



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

(21) **PI0707024-1 A2**

(22) Data de Depósito: 22/02/2007
(43) Data da Publicação: 19/04/2011
(RPI 2102)



(51) *Int.Cl.:*
F01L 9/04
F01L 3/22
F01L 1/46

(54) Título: **DISPOSITIVO PARA O CONTROLE DO MOVIMENTO DE UMA VÁLVULA , EM PARTICULAR DE UMA VÁLVULA DE ADMISSÃO , DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA**

(30) Prioridade Unionista: 24/02/2006 IT TO2006A 000131

(73) Titular(es): FIAT AUTO S.P.A

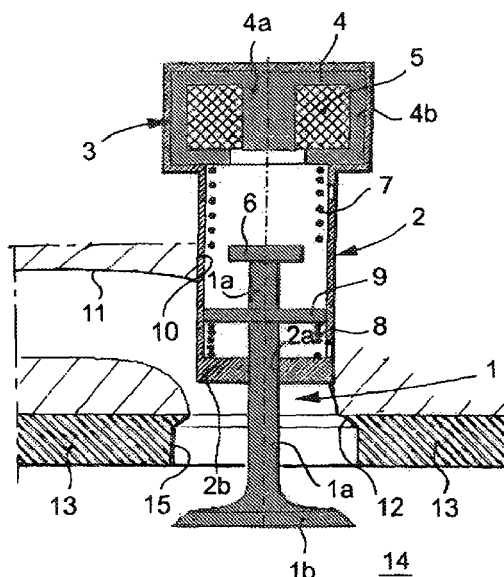
(72) Inventor(es): Mario Palazzetti, Stefano Re Fiorentin

(74) Procurador(es): Advocacia Pietro Ariboni S/C

(86) Pedido Internacional: PCT IB07050566 de 22/02/2007

(87) Publicação Internacional: WO WO 2007/096826de
30/08/2007

(57) Resumo: Dispositivo para o controle do movimento de uma válvula, em particular de uma válvula de admissão, de um motor de combustão interna. O dispositivo de controle da presente invenção compreende um eletro-ímã (3) adaptado, quando energizado, para reter a válvula (1) na posição fechada retraída, uma primeira mola (7) associada com a válvula (1) e com a tendência de forçá-la em direção à posição aberta, e uma segunda mola (8) também associada com a válvula (1) e com a tendência de opor sua transição para a posição aberta. A disposição é tal que quando o eletro-ímã (3) é desenergizado, a válvula (1) se move em aceleração em direção à posição aberta sob a ação da primeira mola (7) até que a ação dessa mola pare, e então a válvula (1) se move em desaceleração para a posição aberta sob a ação da segunda mola (8).



Dispositivo para o controle do movimento de uma válvula, em particular de uma válvula de admissão, de um motor de combustão interna.

A presente invenção refere-se a um dispositivo para o controle do movimento de uma válvula, em particular de uma válvula de admissão, de um motor de combustão interna

A invenção refere-se mais particularmente a um dispositivo para o controle do movimento de uma válvula compreendendo uma haste a qual está adaptada para se mover em translação através de uma abertura de um corpo de guia oco e a qual termina em uma cabeça em forma de um cogumelo cooperando, em operação, com um assento de válvula provido em uma parede da cabeça do motor, onde a válvula está adaptada para se mover em translação com relação ao corpo de guia oco entre uma posição retraída e uma posição avançada na qual a cabeça em forma de um cogumelo respectivamente fecha e abre o assento de válvula associado.

O objetivo da presente invenção é o de prover um dispositivo de controle o qual torna possível conseguir uma duração substancialmente constante do período de abertura efetiva da válvula independentemente da velocidade de rotação (r p m) do motor.

Na prática, uma duração constante do período de abertura da válvula de admissão torna possível atingir diferentes valores de carga atuando-se sobre a distribuição de fases deste período. Quando este período monta o centro morto de fundo, onde a sub-pressão na câmara de combustão atinge um máximo, são obtidas as condições de carga plena. Entretanto, quanto maior o período de abertura da válvula, apropriadamente retardada, está parcialmente na fase de compressão, mais condições de carga parcial são conseguidas. A abertura da válvula de admissão no centro morto de fundo produz o assim chamado fenômeno de "martelo" o qual torna possível atingir valores de alta eficiência volumétrica (o efeito de super-carga), provida que tenha sido a duração da abertura da válvula tal que seu fechamento seja garantido antes que ocorram as condições de refluxo.

Este e outros objetivos são atingidos pela invenção a qual se refere a um dispositivo de controle do tipo acima descrito, caracterizando-se pelo fato de compreender:

- um eletro-ímã estacionário adaptado, quando energizado, para reter a válvula na posição fechada retraída;
 - primeiros meios resilientes associados com a válvula e com a tendência de forçar a válvula em direção á posição aberta; e
 - segundos meios resilientes associados com a válvula e com a tendência de opor sua transição à posição aberta;
- a disposição sendo tal que quando o eletro-ímã é des-energizado, a válvula se move com

aceleração em direção à posição aberta sob a ação dos primeiros meios resilientes até que a ação destes meios pare, e então a válvula se move com desaceleração para dentro da posição aberta sob a ação dos segundos meios resilientes.

De acordo com mais um aspecto característico, quando, em
 5 um dispositivo de controle da invenção, o eletro-ímã é des-energizado, a cabeça em forma de um cogumelo, iniciando desde a posição fechada retraída, pode, sob a ação dos primeiros meios resilientes, mover em translação, substancialmente em uma maneira justa, ou com uma folga limitada, dentro de um recesso da parede da cabeça do motor que fica de face para a câmara de combustão até que a ação exercida sobre a válvula
 10 pelos primeiros meios resilientes cesse; a disposição é então tal que quando o motor está desligado a válvula é retida pelos primeiros e segundos meios resilientes em uma posição de equilíbrio na qual a cabeça em forma de um cogumelo não fica protuberante deste recesso, para dentro da câmara de combustão, e está, preferentemente, disposta substancialmente rasante com esta parede.

15 Como será explicado abaixo, em maior detalhe, o dispositivo de controle da invenção pode, junto com a própria válvula, ser formado como uma unidade fechada completa a qual pode ser inserida em um correspondente assento provido na cabeça do motor.

20 Outros aspectos característicos, e vantagens, da invenção são revelados na descrição detalhada seguinte, dada puramente como um exemplo não limitativo e feita com referência nos desenhos anexos, nos quais:

- a Figura 1 é uma vista diagramática em secção de uma válvula de admissão de um motor de combustão interna associada com um dispositivo de controle da presente invenção, a válvula estando na posição fechada retraída;
- 25 - a Figura 2 é uma vista em secção similar àquela da fig. 1, mostrando a válvula e o dispositivo de controle associado da invenção em uma condição de equilíbrio;
- a Figura 3 é uma vista em secção similar àquelas das Figuras precedentes, mostrando a válvula na posição aberta;
- a Figura 4 é um diagrama cartesiano mostrando, como um função do tempo mostrado na abscissa, a curva do levantamento de uma válvula associada com um dispositivo para
 30 o controle de movimento da presente invenção.

Nas fig. de 1 a 3 dos desenhos anexos, uma válvula de um motor de combustão interna, em particular uma válvula de admissão, é mostrada no global com o numeral de referência (1).

35 De uma maneira conhecida, a válvula (1) compreende uma haste (1a) a qual termina em uma extremidade com uma cabeça (1b) em forma de um cogumelo.

A haste (1a) da válvula (1) é montada para se mover em

translação através de uma abertura (2a) em uma parede (2b) de extremidade de um suporte oco e alojamento do tipo de uma guia mostrado no global com o numeral de referência (2).

5 Sobre o lado oposto à parede (2b), um eletro-ímã mostrado no global com o numeral de referência (3) é alojado no alojamento (2). Na configuração mostrada, este eletro-ímã compreende um circuito (4) magnético em forma de panela tendo uma projeção central ou expansão polar (4a) circundado por uma jaqueta (4b) substancialmente cilíndrica. O enrolamento (5) de excitação deste eletro-ímã é disposto sobre a projeção (4a) dentro da jaqueta (4b). A extremidade (1a) da haste oposta à
10 cabeça (1b) em forma de um cogumelo apóia um guardião (6) de material ferro-magnético que fica de face à porção central (4a) do circuito (4) magnético do eletro-ímã (3).

Duas molas espirais, mostradas respectivamente pelos numerais (7) e (8), são dispostas sobre a haste (1a) da válvula (1) no suporte e corpo do
15 tipo de uma guia ou alojamento (2).

A mola superior (7) se estende entre o eletro-ímã (3) e um prato (9) rígido com uma porção intermediária da haste (1a) da válvula.

A mola inferior (8) se estende entre o prato (9) e a parede de extremidade (2b) inferior do suporte e alojamento (2) do tipo de uma guia.

20 O conjunto formado pela válvula (1), pelo suporte e alojamento (2) do tipo de uma guia e pelos outros componentes descritos acima forma substancialmente um tipo de "cartucho" independente, o qual pode assim ser pré-montado e prontamente montado em um correspondente assento (10) provido na cabeça do motor de combustão, este assento intersectando a porção de extremidade do duto de
25 admissão (11) com o qual a válvula (1) está associada.

A cabeça (1b) em forma de um cogumelo da válvula (1) coopera com um assento (12) de válvula provido na parede (13) da cabeça do motor de combustão interna.

30 Em operação, na maneira descrita abaixo, a válvula (1) pode se mover em translação entre uma posição retraída (fig. 1) na qual a cabeça (1b) em forma de um cogumelo fecha o assento (12) de válvula e uma posição avançada (fig. 3) na qual a cabeça (1b) em forma de um cogumelo fica protuberante para dentro da câmara de combustão (14), provendo a abertura máxima.

35 Um recesso (15) adjacente ao assento (12) de válvula é provido sobre o lado da parede (13) de face à câmara (14). A cabeça (1b) em forma de um cogumelo da válvula pode deslizar de modo muito justo ou com uma folga limitada neste recesso.

Quando o enrolamento (5) é energizado, o eletro-ímã (3)

atrai o guardião (6) ferro-magnético e retém a válvula (1) na posição retraída fechada da fig. 1. Nesta condição, a mola superior (7), cuja constante elástica será mostrada abaixo como (K_1), é comprimida entre o prato (9) e o eletro-ímã (3). A mola inferior (8), cuja constante elástica será mostrada abaixo como (K_2), é, entretanto, descarregada.

5 Quando o enrolamento (5) do eletro-ímã (3) é des-energizado, a válvula (1) não é mais retida eletro-magneticamente na posição retraída fechada, e sob a ação exercida sobre ela pela mola superior (7) ela se move na direção para baixo com um movimento de aceleração até que atinge uma posição de equilíbrio mostrada na fig. 2; nesta condição, ambas as molas (7) e (8) são substancialmente
10 descarregadas e se equilibram uma com a outra e a válvula (1) é mantida em uma posição na qual a cabeça (1b) em forma de um cogumelo se estende novamente dentro do recesso (15) sem se projetar para dentro da câmara de combustão (14), preferentemente com sua superfície de extremidade inferior substancialmente rasante com a superfície inferior ou face da parede (13). Na fig. 1, o curso da válvula (1) entre a
15 posição retraída fechada e a posição de equilíbrio mostrada na fig. 2 tem uma extensão (L_2). Esta extensão (L_2) é substancialmente igual à extensão de pré-compressão da mola (7) com a válvula (1) fechada.

Como resultado da presença do recesso (15) com extensão (L_2), o diferencial de pressão entre o duto de admissão (11) e a câmara de combustão
20 (14), no momento no qual é desejado que a válvula se abra, ajuda a imprimir uma quantidade de movimento a esta válvula (1). Similarmente, durante a fase de ainda maior fechamento da válvula, quando o pistão associado do motor à combustão está subindo novamente, o diferencial de pressão (desta vez com sinal oposto) tende a forçar a cabeça (1b) em forma de um cogumelo da válvula (1) para dentro do recesso (15),
25 promovendo o fechamento da válvula.

Na prática, o trabalho mecânico executado como resultado dos diferenciais de pressão acima é útil na compensação da energia dissipada como resultado das forças de atrito.

30 Uma equação do movimento da válvula (1) durante a fase de abertura será agora descrita.

Quando o eletro-ímã (3) é des-energizado, a válvula (1) é submetida aos esforços concorrentes exercidos pela mola superior (7) e pela pressão do ar no duto de admissão (11).

35 Usando um eixo de coordenada x orientado na direção para baixo [na fig. 1, onde $x = 0$ corresponde à posição fechada da válvula (1)], a força F_{air} a qual o diferencial de pressão Δp entre o duto de admissão (11) e a câmara de combustão (14) se exerce sobre o cogumelo (1b) da válvula pode ser expressa como uma função do curso x pela relação:

$$F_{air}(x) = \Delta p(x) \times S$$

onde S é a superfície exposta da válvula.

Para simplicidade, e como uma aproximação grosseira, as seguintes suposições podem ser feitas considerando-se o diferencial de pressão $\Delta p(x)$:

- 5 *...durante a fase de abertura da válvula, tanto quanto a válvula é mantida fechada enquanto está se movendo no recesso (15), pode se assumir que o diferencial de pressão-positivo, ou seja, com uma sub-pressão na câmara (14)-é:

$$\Delta p(x) = p_0, \text{ onde } x \leq L_2 \text{ e } dx/dt > 0$$

- *...durante a fase de abertura real ($x > L_2$), se assume que $\Delta p(x)$ é zero :

10 $\Delta p(x) = 0, \text{ onde } x > L_2;$

- *...durante a fase de fechamento da válvula, quando a válvula retorna ao recesso (15), se assume que o diferencial de pressão é invertido :

$$\Delta p(x) = -p_0, \text{ onde } x \leq L_2 \text{ e } dx/dt < 0;$$

As forças das molas (7) e (8) então atuam sobre a válvula (1);

- 15 Mola superior : esta mola exerce a força

$$F_1(x) = K_1 x (L_2 - x) \text{ e } F_2(x) = 0, \text{ onde } x \leq L_2$$

Mola inferior : esta mola exerce a força

$$F_2(x) = 0 \text{ e } F_2(x) = K_2 \cdot (L_2 - x), \text{ onde } x > L_2$$

- 20 Finalmente, as forças de atrito entre a haste (1a) da válvula e a guia de abertura (2a), e, entre o prato e a parede circundante do suporte e a guia de alojamento (2), também tomam parte. Em relação a estas forças de atrito, pode ser assumido que elas podem ser descritas por um termo constante, de sinal oposto àquele da velocidade da válvula, como resultado da pressão dos membros de selagem-presentes, mas não mostrados nos desenhos-e por um termo proporcional ao módulo da
- 25 velocidade de abertura da válvula (1) :

$$F_f = -\left[\left(a \left[dx/dt \right] + b \right) \right] \times dx/dt$$

na qual a e b são coeficientes de amortecimento.

Isto fornece a seguinte equação do movimento:

$$m \times \underline{Q} = \Delta p(x) \times S + F_1(x) + F_2(x) - \left\{ \left[\left(a \left[dx/dt \right] + b \right) \right] \times dx/dt \right\} + m \times g$$

- 30 onde $\underline{Q} = d^2 x/dt^2$

Com base na equação do movimento dada acima, é possível calcular os valores de alguns parâmetros do dispositivo para o controle de movimento da válvula.

- 35 Vamos assumir, por exemplo, que seja desejado conseguir um tempo global de abertura real da válvula - ou seja, o tempo durante o qual o cogumelo (1b) está disposto externamente ao recesso (15) - de entre 5 e 6 ms

Os valores que seguem são os assumidos para a área e a massa da válvula (1);

$$S = 7 \text{ cm}^2 \text{ e } m = 30 \text{ g}$$

Valores razoáveis para os coeficientes de amortecimento são, por exemplo, como os que seguem:

$$a = 5 \text{ N e } b = 1,5 \text{ N. s/m}$$

5 Com base nos dados numéricos acima, um tempo de abertura real da ordem de 5 a 6 ms é obtido com os seguintes valores dos parâmetros L_2 , K_1 e K_2 :

$$\# L_2 = 4,0 \text{ mm}$$

$$\# K_1 = 105\,000 \text{ N/m}$$

10 $\# K_2 = 11\,800 \text{ N/m}$

Para se evitar a dita "batida" na fase de fechamento da válvula, que ocorre quando o trabalho devido ao diferencial de pressão excede a energia perdida por atrito, pode ser vantajoso prover um freio pneumático na última parte do curso de fechamento da válvula (1), entre o guardião (6) magnético e o eletro-ímã (3). Com essa finalidade, uma provisão pode ser feita para o movimento do guardião (6) para acontecer substancialmente em uma maneira muito justa em relação às expansões polares do circuito (4) magnético.

Com base nos dados numéricos fornecidos acima, o perfil do levantamento da válvula (1) como uma função do valor assumido para p_0 -diferencial de pressão na fase de movimento da cabeça (1b) em forma de um cogumelo dentro do recesso (15)-é mostrado na fig. 4.

Como pode ser visto nesta figura, o levantamento máximo da válvula é igual a 12 mm com um tempo de abertura real de 5 ms.

Os valores da força de retenção a qual o eletro-ímã (3) tem que exercer para os três valores de p_0 aos quais os gráficos da fig. 4 se referem são os seguintes:

$$p_0 = 90 \text{ KPa (0,9 bar)} : F = 483 \text{ N}$$

$$p_0 = 70 \text{ KPa (0,7 bar)} : F = 469 \text{ N}$$

$$p_0 = 50 \text{ KPa (0,5 bar)} : F = 455 \text{ N}$$

30 Caso a força magnética exercida sobre o guardião (6) seja descrita pela expressão $F = s \cdot B^2 / (2 \mu_0)$ e caso seja assumido que $s = 3 \text{ cm}^2$ (área da seção da porção (4a) do circuito (4) magnético do eletro-ímã), é obtido o seguinte valor para a indução magnética B :

$$B = (2 \mu_0 F / s)^{1/2} = (2 \times 4 \pi \times 10^{-7} [\text{N/A}^2] \times 483 [\text{N}] / 3,0 \times 10^{-4} [\text{m}^2])^{1/2} = 2,0 [\text{N/A} \times \text{m}] = 2,0 [\text{T}]$$

Em operação, o dispositivo de controle da válvula é iniciado quando a primeira compressão ocorre no cilindro associado do motor: a pressão na câmara de combustão (14) provoca o fechamento completo da válvula (1) até que o

guardião (6) seja "guinchado" pelo eletro-ímã (3) energizado.

Associando os respectivos dispositivos, para controlar o movimento, da presente invenção com as válvulas de admissão de um motor de combustão interna torna possível se conseguir a abertura destas válvulas em um tempo
5 fixado, independente do número de rotações por unidade de tempo do motor.

As válvulas de exaustão podem ser tradicionalmente controladas, por exemplo, por um eixo de câmes, ou por dispositivos para o controle de movimento, associados, do tipo acima descrito, obviamente acionados com uma composição de fases diferente.

10 Sem prejuízo ao princípio da invenção, suas configurações e detalhes podem obviamente ser grandemente variados com relação àquilo que foi descrito e mostrado puramente como exemplo não limitativo, sem, por isso, fugir-se do escopo da invenção como firmada nas reivindicações anexas.

Reivindicações

1. Dispositivo para o controle do movimento de uma válvula (1), em particular de uma válvula de admissão (1) de um motor de combustão interna, compreendendo uma haste (1a) adaptada para se mover em translação através de uma
5 abertura (2a) de um corpo de guia oco (2) e a qual termina em uma cabeça (1b) em forma de um cogumelo cooperando em operação com um assento (12) de válvula provido em uma parede (13) da cabeça do motor, onde a válvula (1) está adaptada para se mover em translação com relação ao corpo de guia oco (2) entre uma posição retraída e uma posição avançada na qual a cabeça (1b) em forma de um cogumelo
10 respectivamente fecha e abre o assento (12) de válvula associado, o dispositivo de controle sendo **caracterizado** pelo fato de compreender:

- um eletro-ímã (3) adaptado, quando energizado, para reter a válvula (1) na posição fechada retraída,

- primeiros meios resilientes (7) associados com a válvula (1) e com a tendência de forçá-la em direção à posição aberta, e

- segundos meios resilientes (8) também associados com a válvula (1) e com a tendência de opor sua transição para a posição aberta,

a disposição sendo tal que, quando o eletro-ímã (3) é des-energizado, a válvula (1) se move em aceleração em direção à posição aberta sob a ação dos primeiros meios resilientes (7) até que a ação desses primeiros meios resilientes cesse, e então a válvula
20 (1) se move em desaceleração para a posição aberta sob a ação dos segundos meios resilientes (8).

2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de, quando o eletro-ímã (3) é des-energizado, a cabeça (1b) em
25 forma de um cogumelo, iniciando na posição fechada retraída, pode, sob a ação dos primeiros meios resilientes (7), se mover em translação, substancialmente de uma maneira firme, ou com uma folga limitada, dentro de um recesso (15) da parede (13) da cabeça do motor que fica de face à câmara de combustão (14) com a qual a válvula está associada, até que a ação exercida sobre a válvula (1) pelos primeiros meios resilientes
30 (7) cesse, a disposição sendo tal que quando o motor está desligado a válvula (1) está retida pelos primeiros e segundos meios resilientes (7, 8) em uma posição de equilíbrio na qual a cabeça (1b) em forma de um cogumelo não fica protuberante a partir deste recesso (15) para dentro da câmara de combustão (14) e é preferentemente disposta substancialmente rasante com esta parede (13).

3. Dispositivo, de acordo com uma das reivindicações 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato dos primeiros e segundos meios resilientes (7, 8) compreenderem uma primeira e uma segunda molas (7, 8) helicoidais respectivas dispostas na haste (1a) da válvula (1) no corpo de guia oco (2) e atuando sobre lados

opostos sobre uma formação (9) que se projeta transversalmente da haste (1a) da válvula (1).

5 4. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de um guardião (6) ferro-magnético cooperando com o eletro-ímã (3) estar conectado à extremidade da haste (1a) da válvula (1) oposta à cabeça (1b) em forma de um cogumelo.

10 5. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato do eletro-ímã (3) compreender um circuito (4) magnético em forma de panela tendo uma projeção central, ou expansão (4a), de face para o guardião (6) e sobre o qual está disposto um enrolamento (5) de excitação.

6. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 4 ou 5, **caracterizado** pelo fato do guardião (6) poder deslizar de uma maneira substancialmente justa (sem folgas) dentro de uma passagem definida no circuito (4) magnético do eletro-ímã (3).

15 7. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 6, **caracterizado** pelo fato do corpo de guia (2) formar um alojamento no qual o eletro-ímã (3), a válvula (1) e os primeiro e segundo meios resilientes (7, 8) estão pré-montados para formar uma única unidade global ou cartucho pré-montado.

FIG.1

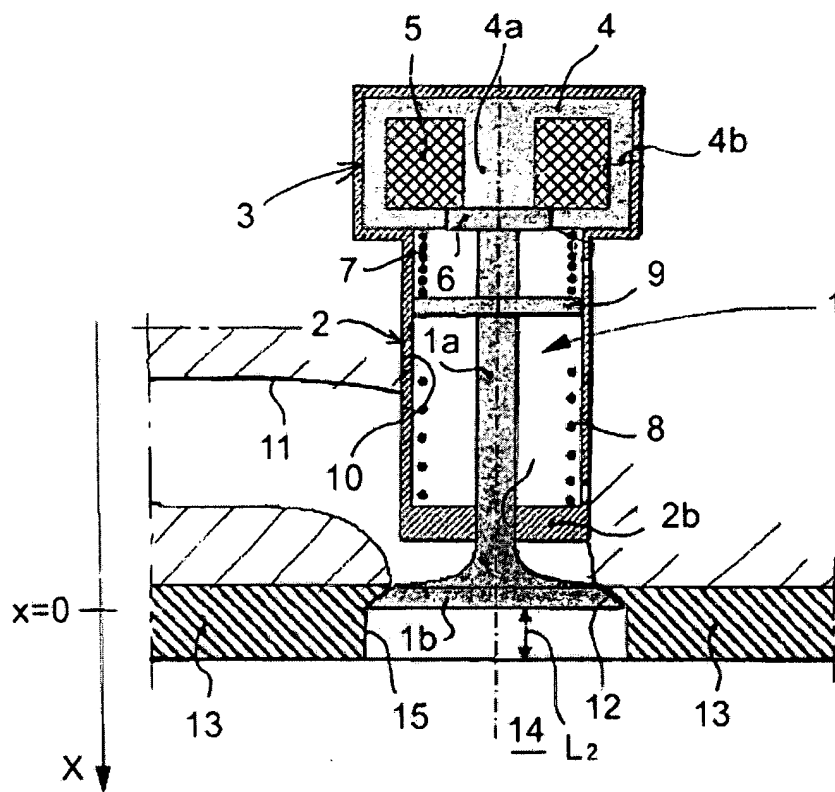


FIG.2

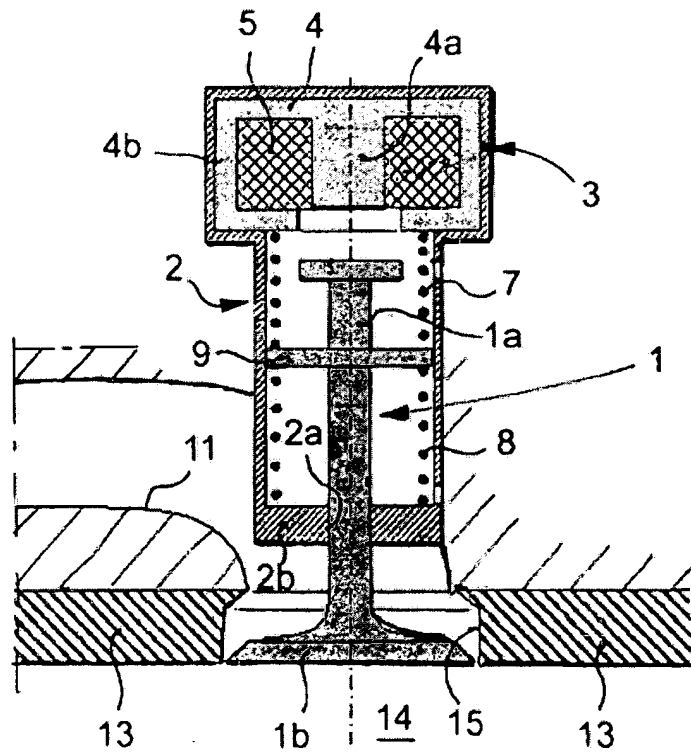


FIG.3

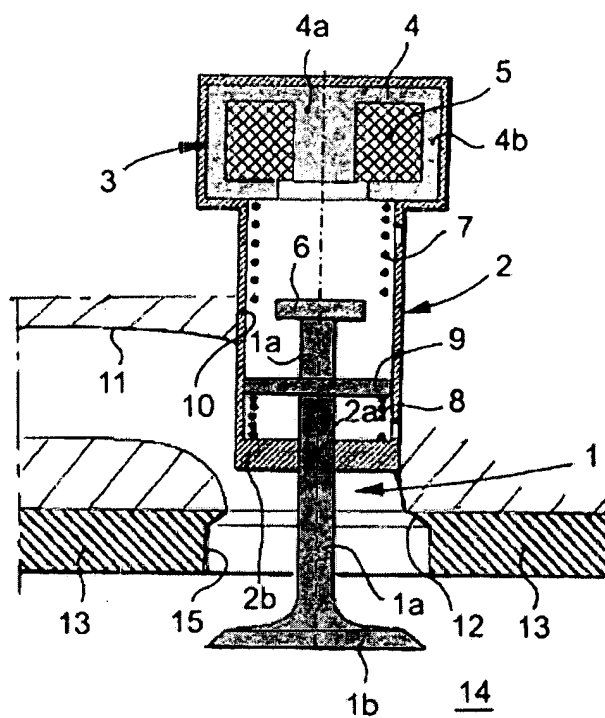
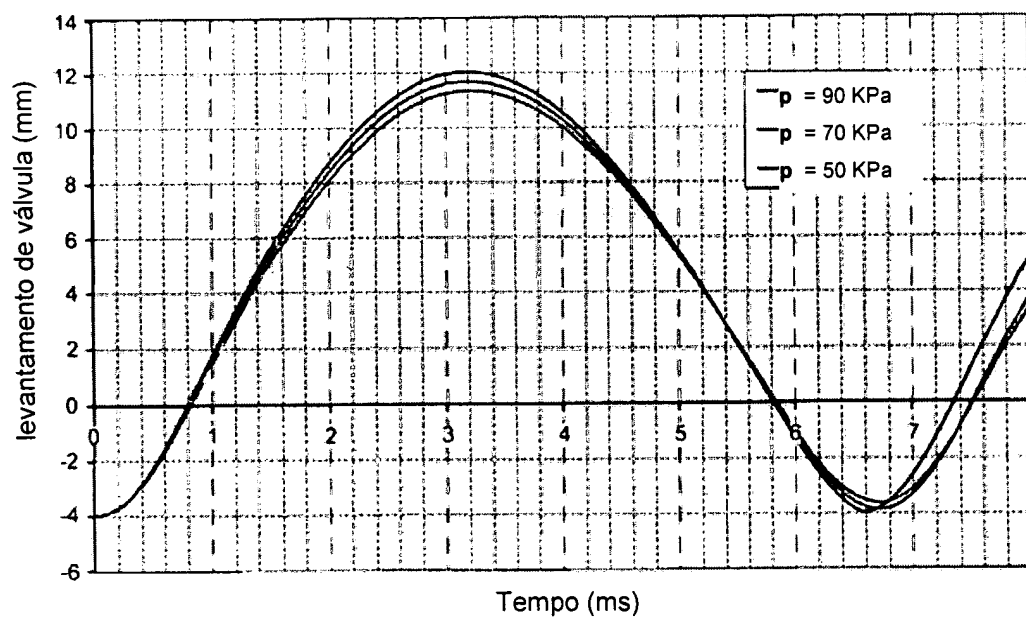


FIG.4



Resumo

Dispositivo para o controle do movimento de uma válvula, em particular de uma válvula de admissão, de um motor de combustão interna.

- 5 O dispositivo de controle da presente invenção compreende um eletro-imã (3) adaptado, quando energizado, para reter a válvula (1) na posição fechada retraída, uma primeira mola (7) associada com a válvula (1) e com a tendência de forçá-la em direção à posição aberta, e uma segunda mola (8) também associada com a válvula (1) e com a tendência de opor sua transição para a posição aberta. A
- 10 disposição é tal que quando o eletro-imã (3) é des-energizado, a válvula (1) se move em aceleração em direção à posição aberta sob a ação da primeira mola (7) até que a ação dessa mola pare, e então a válvula (1) se move em desaceleração para a posição aberta sob a ação da segunda mola (8).