



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

(11) PI 0902592-8 B1



(22) Data do Depósito: 08/07/2009

(45) Data de Concessão: 09/07/2019

(54) Título: MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA

(51) Int.Cl.: F01L 13/06; F02D 13/04; F01L 1/245.

(30) Prioridade Unionista: 10/12/2008 DE 10 2008 061 412.2; 11/07/2008 DE 10 2008 032 773.5.

(73) Titular(es): MAN TRUCK & BUS AG.

(72) Inventor(es): HANS-WERNER DILLY.

(57) Resumo: MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA. Um motor de combustão interna (1) compreende pelo menos uma válvula de escape (3, 4) para escoamento de gás de escape de pelo menos um espaço de combustão, assim como um dispositivo de freio de motor (2) com uma unidade hidráulica adicional de controle de válvula (22), por meio do qual a válvula de escape (3) é susceptível de ser mantida em uma posição aberta intermédia para o dispositivo de freio de motor acionado. Além disso, o motor de combustão interna (1) compreende um mecanismo hidráulico de compensação de folga de válvula (45) para a válvula de escape (3, 4) e um canal de óleo (59), o qual é formado para a alimentação de óleo da unidade adicional de controle de válvula (22) entre esta e o mecanismo hidráulico de compensação de folga de válvula (45), e o qual é susceptível de ser fechado, para compensação de uma folga de válvula da válvula de escape (3, 4), por meio de uma unidade de fechamento (63)

"MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA".

Campo da invenção

A invenção refere-se a um motor de combustão interna conforme o termo genérico da reivindicação 1.

5 Antecedentes da invenção

Motores de combustão interna semelhantes são descritos, por exemplo, em EP 0 736 672 B1 e Ep 1 526 257 A2. Nas instalações de freio de motor desses motores de combustão interna trata-se de um híbrido de freio por retenção de motor e freio por descompressão, o qual particularmente é chamado também de EVB, freio com válvula de escape, ("Exhaust-Valve-Brake"). A unidade de controle adicional de válvula é montada na variante segundo EP 0 736 672 B1 em uma alavanca basculante do mecanismo de conexão e na variante segundo EP 1 526 257 A2 unilateralmente em uma ponte de válvulas, operada ao mesmo tempo por duas válvulas de escape, do mecanismo de conexão. A alimentação com óleo da unidade hidráulica de controle adicional de válvula realiza-se por meio do circuito de 10 óleo de qualquer forma já existente do respectivo motor de combustão interna. Em ambas variantes são previstos diferentes parafusos ajustáveis para balançar o jogo da válvula de escape, com o auxílio dos quais é realizado o ajuste da folga da válvula durante a montagem do motor e 15 depois nos intervalos regulares de serviço. Isto é dispendioso. Caso a folga da válvula ajustada pelo pessoal de serviço ou de montagem seja, por engano, muito grande, acontecem barulhos tipo batidas entre a alavanca basculante e a ponte de válvulas e existe o perigo de 20 danificação no mecanismo de válvula. Além disso, a válvula de escape não abre o suficiente, de modo que não é garantida uma completa troca de gás. No caso da folga de válvula ser ajustada como muito pequena existe o perigo de que as válvulas no estado quente não fechem 25 completamente e com isso queimem.

30 Sumário da invenção

A invenção tem então como objetivo criar um motor de

combustão interna do tipo descrito anteriormente que possibilite um funcionamento seguro e confiável com, na medida do possível, baixo custo de montagem e manutenção. O objetivo é alcançado conforme a invenção através de um

5 motor de combustão interna com as características da reivindicação 1. O motor de combustão interna segundo a invenção compreende um mecanismo hidráulico de compensação de folga entre válvulas para a válvula de escape, o qual está integrado no mecanismo de conexão e o

10 qual está ligado à alimentação de óleo no circuito de óleo de qualquer forma existente. A unidade hidráulica adicional de controle de válvula é alimentada com óleo através do mecanismo de compensação de folga de válvula e do canal de óleo. Para a compensação de acordo com a

15 figura folga de válvula da válvula de escape é possível fechar o canal de óleo por meio da unidade de fechamento, de modo que na compensação da folga de válvula a unidade hidráulica adicional de controle de válvula não é alimentada com óleo e a válvula de escape se encontra em

20 uma posição definida.

O motor de combustão interna segundo a invenção também tem tanto a vantajosa unidade hidráulica adicional de controle de válvula para o efeito da potência de freio do motor quanto um mecanismo de compensação que realiza a

25 regulagem da folga de válvula automaticamente. Uma regulagem manual periódica, custosa em termos de tempo e esforço, e sujeita a erros se torna desnecessária. O motor de combustão interna segundo a invenção também oferece, em comparação com os motores de combustão

30 interna equipados até agora com um dispositivo de freio de motor, uma funcionalidade adicional, a qual torna a montagem o elemento ótico funcionamento mais seguro e mais eficiente. Através da compensação automática da folga de válvula são minimizados particularmente os

35 ruídos de batidas da válvula de escape e evitados os danos no mecanismo da válvula, devido a uma folga de válvula muito pequena. Além disso, através da compensação

automática da folga de válvula no funcionamento do motor de combustão interna nenhuma folga de válvula tem que ser preenchida, de modo que os tempos de controle da válvula de escape podem ser mantidos exatos, através do qual é

5 otimizado o comportamento da emissão de gases.

Pelo fato de que tanto a unidade adicional de controle de válvula quanto o mecanismo de compensação de folga de válvula são ligados ao circuito de óleo em qualquer caso existente, os motores de combustão interna sem um

10 mecanismo hidráulico de compensação de folga de válvula podem ser posteriormente equipados com baixo custo.

Durante o funcionamento normal aquecido, também quando o dispositivo de freio de motor não tem sido acionado pelo motorista, o canal de óleo é fechado por meio da unidade

15 de fechamento, de modo que a unidade hidráulica adicional de controle de válvula está desacoplada do mecanismo hidráulico de compensação de folga de válvula para compensação da folga da válvula.

Concretizações vantajosas do motor de combustão interna segundo a invenção resultam das características das reivindicações dependentes da reivindicação 1.

20 Uma outra concretização segundo a reivindicação 2 economiza espaço e possibilita a adequação posterior de motores de combustão interna sem um mecanismo hidráulico

de compensação de folga de válvula através da simples substituição da ponte de válvula e a integração do mecanismo de compensação de folga de válvula.

25

Um primeira Unidade Cilindro-Pistão hidráulica conforme a reivindicação 3 possibilita uma compensação de folga automática entre o apóio de encontro e a ponte de válvula. Uma regulagem manual da folga do apóio de encontro em relação à ponte de válvula durante a montagem ou nos intervalos periódicos de manutenção não é necessária.

30

35 Uma primeira unidade cilindro-pistão hidráulica conforme a reivindicação 4 economiza espaço e é fácil de adaptar posteriormente.

Um elemento de mola conforme a reivindicação 5 evita um posicionamento inclinado da ponte de válvula em caso de baixa pressão de óleo do mecanismo de compensação de folga de válvula.

- 5 Uma unidade adicional de controle de válvula conforme a reivindicação 6 permite um fechamento seguro do canal de óleo entre o mecanismo de compensação de folga de válvula e a unidade adicional de controle de válvula. Como o pistão da segunda unidade hidráulica cilindro-pistão se
10 encontra em sua posição inicial adentrada no caso do dispositivo de freio do motor não ser acionado, o pistão pode servir como parte da unidade de fechamento e fechar o canal de óleo em funcionamento normal aquecido. Adicionalmente, a unidade de fechamento pode apresentar
15 uma válvula de retenção, a qual impede um avanço do pistão saindo, quando a força produzida pela pressão de óleo não seja suficiente.

- Uma outra concretização conforme a reivindicação 7 economiza espaço ao extremo, quando é prevista
20 adicionalmente à unidade adicional de controle de válvula também uma primeira unidade hidráulica cilindro-pistão para compensação da folga entre o apóio de encontro e a ponte de válvula. Preferivelmente, os pistões da primeira e da segunda unidade cilindro-pistão são de tal modo
25 desenvolvidos que o pistão da primeira unidade cilindro-pistão é direcionado para o pistão da segunda unidade cilindro-pistão.

- Em uma outra concretização conforme a reivindicação 8, a unidade adicional de controle de válvula é ligada ao
30 mecanismo de compensação de folga de válvula por meio da terceira unidade cilindro-pistão. A terceira unidade hidráulica cilindro-pistão acopla entre si a unidade adicional de controle de válvula e o mecanismo de compensação de folga de válvula de uma maneira vantajosa.
35 Dessa forma, a terceira unidade hidráulica cilindro-pistão realiza várias funções. Assim, ela serve por um lado como elemento comutador entre o funcionamento de

freio e o funcionamento normal aquecido. Por outro lado, ela admite o óleo ou zera o óleo que é deslocado da primeira unidade hidráulica cilindro-pistão na compensação da folga entre o apóio de encontro e a ponte de válvula. Preferivelmente, é previsto segundo uma outra concretização vantajosa que um espaço de admissão de óleo dianteiro da terceira unidade hidráulica cilindro-pistão tenha um volume de admissão que seja pelo menos tão grande como aquele espaço de óleo sob pressão da primeira unidade hidráulica cilindro-pistão.

Um furo passante segundo a reivindicação 9 permite a redução da pressão do óleo em um espaço de controle de pressão da segunda unidade hidráulica cilindro-pistão, quando o pistão da primeira unidade hidráulica cilindro-pistão retorna de uma posição de saída afastada a uma posição inicial adentrada e quando, após o curso de retorno do pistão da segunda unidade hidráulica cilindro-pistão, o pistão da primeira unidade hidráulica cilindro-pistão está em um ponto morto superior e no curso seqüencial da ponte de válvula bate no apóio de encontro. Preferivelmente, são previstos vários furos passantes distribuídos no perímetro do pistão, os quais são unidos entre si através de uma ranhura circunferencial formada no pistão e/ou na ponte de válvula. A ranhura circunferencial aumenta a secção transversal de drenagem e permite a formação de um canto mais exato para o controle.

Um mecanismo de compensação de folga de válvula conforme a reivindicação 10 provou-se na prática possível.

Um arranjo da terceira unidade cilindro-pistão conforme a reivindicação 11 aumenta a estabilidade da ponte de válvulas, já que a terceira unidade cilindro-pistão não se encontra na região carregada por momentos de flexão na operação das válvulas de escape. Preferivelmente, um espaço de admissão de óleo anterior da terceira unidade cilindro-pistão é acoplado com a segunda unidade cilindro-pistão e um espaço de admissão de óleo posterior

é acoplado com a primeira unidade cilindro-pistão, sendo que entre a primeira unidade cilindro-pistão e a segunda unidade cilindro-pistão é arranjada uma válvula de retenção, a qual atua bloqueando um fluxo de óleo na direção da segunda unidade cilindro-pistão. Através de um dimensionamento apropriado da terceira unidade cilindro-pistão pode-se conseguir um baixo volume de perda de controle e com isso uma baixa altura de salto do pistão da terceira unidade cilindro-pistão. Dessa forma, é possível obter uma baixa altura de construção da terceira unidade cilindro-pistão.

Uma outra concretização conforme a reivindicação 12 é extremamente econômica em termos de espaço. Preferivelmente, a primeira, a segunda e a terceira unidade cilindro-pistão são construídas de forma integrada. O pistão da segunda unidade cilindro-pistão, por exemplo, é guiado na ponte de válvulas, onde o pistão da primeira unidade cilindro-pistão é arranjado e guiado nesta ou em uma parte adicional arranjada na ponte de válvulas. O pistão da terceira unidade cilindro-pistão é por sua vez arranjado e guiado no pistão da primeira unidade cilindro-pistão. Através de um encaixe deste tipo das unidades cilindro-pistão consegue-se uma altura de construção baixa para a ponte de válvulas. Por meio de um dimensionamento apropriado da terceira unidade cilindro-pistão pode-se conseguir um baixo volume de perda de controle e com isso uma baixa altura de salto do pistão da terceira unidade cilindro-pistão. Dessa forma, é possível obter uma baixa altura de construção da terceira unidade cilindro-pistão.

Descrição das figuras

Outras características, vantagens e particularidades da invenção se tornam evidentes a partir da seguinte descrição de vários exemplos de concretização com ajuda das figuras, nas quais:

A Figura 1 é uma representação da secção transversal de uma unidade adicional de controle de válvula e de um

mecanismo de compensação de folga de válvula segundo um primeiro exemplo de concretização;

A Figura 2 é uma representação da secção transversal de uma unidade adicional de controle de válvula e de um
5 mecanismo de compensação de folga de válvula segundo um segundo exemplo de concretização;

A Figura 3 é uma representação da secção transversal de uma unidade adicional de controle de válvula e de um
10 mecanismo de compensação de folga de válvula segundo um terceiro exemplo de concretização;

A Figura 4 é uma representação da secção transversal de uma unidade adicional de controle de válvula segundo um quarto exemplo de concretização;

A Figura 5 é uma representação da secção transversal de
15 uma unidade adicional de controle de válvula e de um mecanismo de compensação de folga de válvula segundo um quinto exemplo de concretização;

A Figura 6 é uma representação da secção transversal de uma unidade adicional de controle de válvula segundo um
20 sexto exemplo de concretização; e

A Figura 7 é uma representação parcial da unidade adicional de controle de válvula segunda a Figura 6.

Descrição da invenção

A seguir é descrito com ajuda da Figura 1 um primeiro
25 exemplo de concretização da invenção. Um motor de combustão interna 1 com um dispositivo de freio de motor 2 apresenta vários cilindros não mostrados na Figura 1, os quais respectivamente limitam um espaço de combustão. A cada um desses espaços de combustão é possível conduzir
30 através de uma válvula de admissão ar ou uma mistura de ar e combustível. Além disso, cada espaço de combustão tem duas válvulas de escape 3 e 4, através das quais gás de escape pode ser conduzido a um canal de escapamento. As válvulas de escape 3 e 4 são mecanicamente
35 controláveis e acionáveis através de uma ponte de válvula 5 compartilhada. A ponte de válvula 5 é uma parte do mecanismo de ligação que une as válvulas 3 e 4 com a

árvore de cames, não representada na Figura 1, do motor de combustão interna 1. O mecanismo de ligação compreende ademais uma alavanca basculante montada de forma pivotante, neste caso no representada na Figura 1. A

5 alavanca basculante atua através de um perno de contato 6 sobre a ponte de válvula 5. Aqui, o perno de contato 6 é provido com uma calota de apóio 7 acoplada como articulação esférica em seu extremo livre.

No interior do perno de contato 6 e da calota de apóio 7

10 corre um canal condutor de óleo 8 de um circuito de óleo 9 do motor de combustão interna 1 previsto para a lubrificação, mas também para o controle hidráulico. O óleo conduzido em esse canal de óleo 8 tem, durante o funcionamento, aproximadamente a mesma pressão de óleo

15 $p_{\text{constante}}$. A dependência da pressão de óleo $p_{\text{constante}}$ da temperatura do óleo, do número de voltas e da carga é desprezível para o motor de combustão interna segundo a invenção.

Para a compensação de folga entre o apóio de encontro 10

20 e a ponte de válvula 5 é prevista uma primeira unidade hidráulica cilindro-pistão 11. A primeira unidade hidráulica cilindro-pistão 11 apresenta um primeiro pistão 12 construído em forma de T em sua secção longitudinal, o qual é guiado em um primeiro furo

25 cilíndrico 13 formado na ponte de válvula 5 e que atua como cilindro. O primeiro pistão 12 é guiado axialmente de forma móvel entre uma superfície limite anterior 14 atuando como tope e uma superfície limite posterior 15 atuando como tope. A superfície limite posterior 15 é

30 formada, por exemplo, por meio de um disco com rosca 16 roscado na ponte de válvula 5, o qual apresenta um orifício passante 17 para o primeiro pistão 12. Na posição mostrada na Figura 1 do primeiro pistão 12 é formado um espaço de pressão de óleo 18 entre o mesmo e a

35 superfície limite anterior 14. O primeiro pistão 12 tem um furo central passante 19, o qual forma um orifício de restabelecimento 20 em um lado voltado para o apóio de

encontro 10. O furo passante 19 é uma parte de um primeiro canal de óleo 21, o qual une o espaço de pressão de óleo 18 com o orifício de restabelecimento 20.

O dispositivo de freio de motor 2 do motor de combustão interna 1 é do tipo EVB. Ele compreende, além de um elemento estrangulador, não mostrado em detalhe na Figura 1, no canal de gás de exaustão, assim como de uma unidade central de regulação/controle, no caso não mostrada, também uma unidade hidráulica adicional de controle de válvula 22 para cada cilindro, a qual é construída como segunda unidade hidráulica cilindro-pistão. A segunda unidade cilindro-pistão 22 atua, no funcionamento do freio do motor, em conjunto com a válvula de escape 3. A válvula de escape 4, pelo contrário, não é provida com uma correspondente unidade cilindro-pistão 22. As válvulas de escape 3 e 4 são apoiadas, de forma móvel, axialmente com uma haste 23 e 24 em uma cabeça de cilindro e impulsionadas através de uma mola recuperadora 25 e 26 com uma força de tensão prévia determinada na direção de fechamento. As molas recuperadoras 26 e 27 são tensionadas entre a cabeça de cilindro e os pratos de mola 27 e 28 das válvulas. A força de fechamento da mola recuperadora 25 é denominada F_{Fed} .

A unidade cilindro-pistão 22 apresenta um segundo pistão 29 que atua como pistão de controle, o qual é guiado de forma móvel axialmente em um segundo furo cilíndrico 30 formado na ponte de válvula 5 e que atua como cilindro. O segundo pistão será chamado doravante como pistão de controle 29. O pistão de controle 29 apóia-se no extremo superior da haste 23 da válvula de escape 3. Em um lado afastado da válvula de escape 3, o pistão de controle 29 se estreita e forma uma superfície de anel inclinada 31. Na posição do pistão de controle 29 mostrada na Figura 1, é formado um espaço de pressão de controle 33 entre a superfície limite 32 da unidade cilindro-pistão 22 e o pistão de controle 29. No espaço de pressão de controle 33 é arranjada uma mola de ajuste 34, a qual se apóia

contra a superfície limite 32 e o pistão de controle 29 e pressiona o pistão de controle 29 contra a haste 23. A força de mola da mola de ajuste 34 atua dessa forma contra a força de fechamento F_{Fed} da mola recuperadora 25 e será chamada doravante como F_{NFed} .

Na superfície limite 32, o primeiro canal de óleo 21 desemboca no espaço de pressão de controle 33, de modo que óleo do espaço de pressão de controle 33 pode escapar através do orifício de restabelecimento 20, quando o orifício de restabelecimento 20 é liberado do apóio de encontro 10 no caso de dispositivo de freio de motor 2 acionado durante uma parte do período do ciclo de frenagem. Na Figura 1 é representada uma situação de funcionamento, na qual o apóio de encontro 10 fecha o orifício de restabelecimento 20 e com isso o espaço de pressão de controle 33.

A unidade cilindro-pistão é ligada hidraulicamente a uma terceira unidade cilindro-pistão 35. A terceira unidade cilindro-pistão 35 apresenta um terceiro pistão 36 com forma em U na secção transversal longitudinal, o qual é guiado de forma móvel axialmente em um terceiro furo cilíndrico 37, formado na ponte de válvula 5 e que atua como cilindro. O terceiro pistão 36 divide o terceiro furo cilíndrico 37 em um espaço de admissão de óleo anterior 38 e um espaço de admissão de óleo posterior 39. O espaço de admissão de óleo anterior 38 está unido através de um segundo canal de óleo 40 com o espaço de pressão de óleo 33. O segundo canal de óleo 40 é formado por um furo transversal percorrendo o interior da ponte de válvulas, o qual passa pelo canal de óleo 21. O furo transversal é provido com uma tampa 41. No espaço de admissão de óleo posterior 39 é arranjada uma mola de retorno 42, a qual se apóia contra o terceiro pistão 36 e um elemento tope 43. O elemento tope 43 apresenta um orifício de saída de óleo 44 para o escoamento de óleo do espaço de admissão de óleo posterior 39.

A terceira unidade cilindro-pistão 35 é um elemento

comutador, cujas posições de pistão são diferentes dependendo de se o usuário do motor de combustão interna 1 usa o funcionamento de motor normal aquecido ou o funcionamento de freio de motor. O espaço de admissão de 5 óleo anterior 38 serve para a admissão do óleo que se encontra no espaço de pressão de óleo 18, quando esse óleo é deslocado por um movimento para frente do primeiro pistão 12. O volume máximo de admissão do espaço de admissão de óleo anterior 38 é por esse motivo pelo menos 10 tão grande quanto o do espaço de pressão de óleo 18.

A terceira unidade cilindro-pistão 35 está ligada a um mecanismo hidráulico de compensação de folga de válvula 45, o qual é construído como quarta unidade cilindro-pistão. O mecanismo hidráulico de compensação de folga de 15 válvula 45 compensa automaticamente a folga das válvulas de escape 3 e 4 e será chamado doravante como quarta unidade cilindro-pistão 45. A quarta unidade cilindro-pistão 45 apresenta um quarto pistão 46 com forma em U em sua secção transversal longitudinal, o qual é guiado 20 axialmente de forma móvel em um quarto furo cilíndrico 47 formado na ponte de válvulas 5 e que atua como cilindro. Na posição do quarto cilindro 46 mostrada na Figura 1, é formado, entre o mesmo e uma superfície limite 48 um espaço de admissão de óleo 49. O espaço de admissão de 25 óleo 49 está ligado hidraulicamente com o espaço de admissão de óleo posterior 39. Para isso, o terceiro pistão 36 apresenta em uma parede lateral um orifício de restabelecimento 50, o qual para uma determinada posição do terceiro pistão 36, a saber, exatamente naquela 30 posição mostrada na Figura 1, conecta o espaço de admissão de óleo posterior 39 através de um terceiro canal de óleo 51 com o espaço de admissão de óleo 49. O terceiro canal de óleo 51 é formado por um furo transversal formado na ponte de válvulas 5 e por um furo 35 longitudinal. O furo transversal desemboca no terceiro furo cilíndrico 37 e é fechado por meio de uma tampa 52. O furo longitudinal se estende partindo da superfície

limite 48 até o furo transversal. No espaço de admissão de óleo 49 é arranjada uma mola de ajuste 53, a qual se apóia contra a superfície limite 48 e o quarto pistão 46. A quarta unidade cilindro-pistão 45 está inserida no

5 circuito de óleo 9. Para isso, o quarto pistão 46, que está em contato permanente com a calota de apóio 7 do perno de contato 6 devido ao efeito da força de mola da mola de ajuste 53, tem em sua base de pistão um canal central de admissão de óleo 54, o qual se corresponde com

10 o canal de admissão de óleo 8 do perno de contato 6. Uma válvula de retenção 55 é prevista em um extremo do canal de admissão de óleo 54 de frente para o espaço de admissão de óleo 59, cuja esfera no exemplo de concretização mostrado por meio de uma mola adicional de

15 válvula de retenção é pressionada ao assento de esfera. Uma parede lateral do quarto pistão 46 apresenta um orifício de restabelecimento 56, o qual, para uma determinada posição do quarto pistão 46, une o espaço de admissão de óleo 49 com o segundo canal de óleo 40.

20 Na região entre a calota de apóio 7 e a válvula de retenção 55 encontra-se no quarto pistão 46 um furo passante 57 transversal ao canal de admissão de óleo 54. O furo passante 57 passa pelo canal de admissão de óleo 54. Uma ranhura circunferencial 58 formada no quarto

25 pistão 46 une os extremos do furo passante 57. Em uma posição determinada do quarto pistão 46, a saber, na posição mostrada na Figura 1, o furo passante 57 é unido com o espaço de pressão de controle 33 através de um quarto canal de óleo 59. O quarto canal de óleo 59 corre

30 inclinado dentro da ponte de válvulas 5 não penetra o segundo canal de óleo 40. Em um lado do quarto canal de óleo 59 de frente para o espaço de pressão de óleo 33 é arranjada uma válvula de retenção 60 com uma esfera 62 admissível no assento de esfera 61. O pistão de controle

35 29 e a válvula de retenção 60 são parte de uma unidade de fechamento 63. Por meio da unidade de fechamento 63 pode-se fechar o quarto canal de óleo 59, de modo que a folga

de válvula das válvulas de escape 3 e 4 pode ser compensada por meio da quarta unidade cilindro-pistão 45. A seguir serão descritos com mais detalhes os modos de funcionamento do dispositivo de freio de motor 2 e do mecanismo de compensação de folga de válvula 45, denominados como controle de pistão.

Primeiramente, é explicado o funcionamento de freio de motor. Ao acionar o dispositivo de freio de motor 2, o elemento afogador no canal de gás de escape é levado à posição afogadora, através do qual congestionam-se o gás de escape no canal de gás de escape entre o orifício da válvula de escape do cilindro e o elemento afogador. A pressão dinâmica no canal de gás de escape com a onda de pressão das válvulas de escape se abrindo dos cilindros vizinhos provoca uma abertura intermédia da válvula de escape 3, a qual ocorre durante o tempo de compressão e do tempo de expansão de cada ciclo de quatro tempos do motor de combustão interna 1. Devido à relação de pressão dominante no espaço de combustão do cilindro e no canal de gás de escape tem-se como resultado uma força pneumática F_{pn} , a qual atua em contra da força de fechamento F_{Fed} da mola de recuperação 25 e que causa a mencionada abertura intermédia da válvula de escape 3. A força de mola F_{NFed} da mola de ajuste 34 move o pistão de controle 29 para a válvula de escape 3 e sustenta a abertura intermédia da válvula de escape 3.

Durante o tempo de admissão, a alavanca basculante das válvulas de escape 3 e 4 se encontra sobre o círculo base de came da árvore de came. Assim, o quarto pistão 46 está no seu ponto morto superior. A o orifício de restabelecimento 56 é fechado. O furo passante 57 é conectado com o quarto canal de óleo 59. Essa situação de funcionamento é mostrada na Figura 1.

É a soma da força pneumática F_{pn} e da força de mola F_{NFed} maior que a força de fechamento F_{Fed} da mola de recuperação 25, ocorre a abertura intermédia da válvula de escape 3. Com a abertura intermédia da válvula de

escape 3 segue o pistão de controle 29 devido `força de mola F_{NFed} da mola de ajuste 34 do movimento de abertura da válvula de escape 3, através do qual ao mesmo tempo aumenta o volume do espaço de pressão de controle 33. O

5 estreitamento do pistão de controle 29 serve para que o pistão de controle 29 coloque a disposição o óleo necessário para o movimento através do canal de óleo 59. Através do movimento do pistão de controle 29, o qual é parte da unidade de fechamento 63, este libera o quarto

10 canal de óleo 59. O quarto canal de óleo 59 não está agora mais fechado. Devido à pressão negativa existente no espaço de pressão de óleo 33 flui óleo através dos canais de admissão de óleo 8, 54, do furo passante 57 e do quarto canal de óleo 59 para o Espaço de pressão de

15 controle 33, através do qual atual uma força hidráulica F_{Hyd} sobre o pistão de controle 29 e a mola de ajuste 34 sustenta. Uma vez que o óleo, devido à válvula de retenção 60, não pode fluir de volta do espaço de pressão de controle 33 para o quarto canal de óleo 59 e que os

20 orifícios de restabelecimento 20 e 56 estão fechados, o pistão de controle 29 é mantido em posição contra a força de fechamento F_{Fed} da mola de fechamento 25 e com isso também a válvula de escape 3 acoplada mecanicamente com o pistão de controle 29 é mantida na posição de abertura

25 intermédia. O pistão de controle 29 é também bloqueado hidraulicamente na ponte de válvula 5. A válvula de escape 3 fica assim durante o segundo tempo (= tempo de compressão) e do seguinte terceiro tempo (= tempo de expansão) na posição aberta intermédia, alcançando-se

30 assim a desejada ação de freio de motor.

No fim do terceiro tempo, a alavanca basculante carrega novamente a ponte de válvula 5 devido à distribuição da árvore de cames, para levar as válvulas de escape 3 e 4 à posição completamente aberta prevista durante o quarto

35 tempo. A ponte de válvulas 5, devido à carga através da alavanca basculante, se movimenta afastando-se do apoio de encontro 10, de modo que o contato entre o apoio de

encontro 10 e o primeiro pistão 12 se rompe e o orifício de restabelecimento 20 se abre. Depois da abertura do orifício de restabelecimento 20, o quarto pistão 46 é pressionado para baixo na direção de seu ponto morto inferior, de modo que o orifício de restabelecimento 56 se abre. A pressão de óleo $p_{\text{constante}}$ é muito baixa para manter o pistão de controle 29 em sua posição. O óleo que se encontra no espaço de pressão de óleo 33 pode circular através do primeiro canal de óleo 21 pelo orifício de restabelecimento 20 para a região da tampa do cilindro. Dessa forma é conservado o bloqueio hidráulico do pistão de controle 29. O fluxo de saída de óleo do espaço de pressão de óleo 33 é mantido também, pressionando de volta o pistão de controle 29 para seu ponto morto superior através da força de fechamento F_{Fed} da mola de fechamento. No movimento de retorno do pistão de controle 29, o primeiro pistão 12 é pressionado para seu ponto morto superior devido ao óleo saído através do orifício de restabelecimento 20. Além disso, no movimento de retorno do pistão de controle 29, o óleo pressiona a esfera 62 para o assento de esfera 61, de modo que a válvula de retenção 60 fecha o quarto canal de óleo 59. No curso de retorno da alavanca basculante, após o renovado fechamento de contato entre o apoio de encontro 10 e o primeiro pistão 12, esta geralmente é forçada de volta na direção de seu ponto morto inferior, até que a ponte de válvula 5 está em seu ponto morto superior. O óleo que se encontra no espaço de pressão de óleo 18 não pode mais escoar através do orifício de restabelecimento 20 devido ao fechamento de contato com o apoio de encontro 10 e flui através do canal de óleo 40 para o espaço de admissão de óleo 38 anterior, dessa forma a pressão de óleo leva de volta o terceiro pistão 36 para seu ponto morto inferior e o orifício de restabelecimento 50 é aberto. Como o quarto pistão 46 se encontra em seu ponto morto inferior, o óleo que se encontra no espaço de admissão de óleo 38 anterior pode escoar através do

orifício de restabelecimento 56, o espaço de admissão de óleo 49, o terceiro canal de óleo 51, o orifício de restabelecimento 50, o espaço de admissão de óleo 39 posterior e o orifício de entrada de óleo 44. O volume de admissão do espaço anterior de admissão de óleo 38 tem que ser dimensionado o suficientemente grande para a admissão do óleo escoando do espaço de pressão de óleo 18, para que o óleo escoando do espaço de pressão de óleo 18 não se acumule e provoque um movimento indesejado do pistão de controle 29. O volume de admissão do espaço de admissão de óleo 38 não deve ultrapassar, porém um volume máximo de admissão, para que o terceiro pistão 36 atinja de forma segura eu ponto morto inferior. De outra forma, para um movimento seqüencial do pistão de controle 29 para a abertura intermédia da válvula de escape 3, o espaço de pressão de controle 33 é elástico devido ao ainda possível curso residual do terceiro pistão 36 e não pode manter a válvula de escape 3 na posição aberta intermédia. No fim do quarto tempo ("Ausschubtakt") o primeiro pistão 12 está novamente no apóio de encontro 10 e a alavanca basculante alcançou novamente o círculo base do came. O quarto pistão 46 retorna a seu ponto morto superior, onde o orifício de restabelecimento 56 é fechado. Um novo ciclo de freio pode começar.

Pelo fato de o primeiro pistão 12 ser hidraulicamente guiado, é compensada automaticamente uma folga de encosto entre o apóio de encontro 10 e a ponte de válvula 5. Isto é vantajoso porque a posição correta da ponte de válvula 5 não é definida exatamente devido ao ajuste de folga de válvula atuante através da quarta unidade cilindro-pistão 45. Por meio do controle automático do primeiro pistão 12, sua posição é ajustada à respectiva posição atual da ponte de válvula 5, de modo que não fica nenhuma fenda entre o apóio de encontro 10 e o primeiro pistão 12 e o orifício de restabelecimento 20 é fechado de forma segura.

O quarto pistão 46, o qual é definido primário para a

compensação de folga de válvula, realiza outras funções no motor de combustão interna 1. Ele é particularmente um elemento de controle para o (EVB)-ciclo de freio de motor e um elemento de passagem para a alimentação com óleo da
 5 unidade adicional de controle de válvula 22 do circuito de óleo 9.

Além disso, a configuração de furos prevista na ponte de válvula 5 é vantajosa. Ela permite particularmente uma utilização do óleo tanto para o movimento funcional, por
 10 exemplo, levar a válvula de escape 3 para a posição aberta intermédia e a manter ali, quanto também para o controle hidráulico dos diferentes componentes mecânicos móveis. Assim é, por exemplo, vantajoso, quando os eixos longitudinais da haste 23, pistão de controle 29, do
 15 espaço de pressão de controle 33, do primeiro pistão 12 e do espaço de pressão de óleo 18 escoam em conjunto.

A seguir será explicado o funcionamento de motor normal aquecido. No funcionamento de motor normal aquecido, o elemento afogador no canal de gás de escape fica na
 20 posição aberta. Durante o tempo de admissão encontra-se a alavanca basculante das válvulas de escape 3 e 4 no círculo base de came. Dessa forma, o quarto pistão 46 está no seu ponto morto superior, através do qual o orifício de restabelecimento 56 é fechado. A válvula de
 25 escape 3 continua em sua posição fechada durante o primeiro até o terceiro tempo devido à força de fechamento F_{Fed} da mola de recuperação 25, pelo qual o pistão de controle 29 se encontra em seu ponto morto superior. Dessa forma o canal de óleo 59 é fechado. Com
 30 isso, óleo do circuito de óleo 9 pode circular através dos canais de admissão de óleo 8 e 54 para o espaço de admissão de óleo 49, o terceiro canal de óleo 51 e o quarto canal de óleo 59. Pelo fato de o terceiro pistão 36 se encontrar em seu ponto morto superior, através do
 35 qual o orifício de restabelecimento 50 é fechado, não pode escapar nenhum óleo através do terceiro canal 51 do espaço de admissão de óleo 49. Ao mesmo tempo, nenhum

óleo pode chegar no espaço de pressão de controle 33 através do furo passante 57 e do quarto canal de óleo 59 e abrir indesejadamente a válvula de escape 3, já que o pistão de controle 29, como parte da unidade de fechamento 63, fecha o quarto canal de óleo 59. Do óleo, que está sob pressão constante $p_{\text{constante}}$, do circuito de óleo 9 flui uma quantidade tão grande para o espaço de admissão de óleo 49 que a folga de válvula atual é compensada devido ao controle hidráulico condicionado e através da mola de ajuste 53 do quarto pistão 46. Isto acontece também automaticamente. Trata-se aqui de somente muito pequenas quantidades de óleo. Por isso a esfera na válvula de retenção 55 é mantida, por meio de uma mola separada, no assento de esfera. Gotejamentos no quarto pistão 46 são compensados através do ajuste de óleo do circuito de óleo 9.

Pelo fato de que o quarto canal de óleo 59, em funcionamento de motor normal aquecido, é fechado pelo pistão de controle 29, a unidade de controle de folga de válvula 22 é desacoplada da quarta unidade cilindro-pistão 45, através do qual o pistão de controle 29 fica de forma segura em seu ponto morto superior. A válvula de escape 3 e a ponte de válvulas 5 apresentam com isso uma posição definida para a compensação da folga de válvula. Para o motor de combustão interna 1 é dispensado qualquer ajuste da folga de válvula e também da folga de encosto (EVB-folgas), entre o apoio de encontro 10 e a ponte de válvulas 5, durante a montagem do motor e também durante o funcionamento posterior. O ajuste de ambas as folgas se realiza automaticamente graças a referida concretização especialmente vantajosa do dispositivo de freio de motor 2 e do mecanismo de compensação de folga de válvula (= quarta unidade cilindro-pistão 45). Particularmente, realiza-se também uma compensação automática da dilatação térmica das válvulas de escape 3 e 4. Uma vez que nenhuma folga tem que ser transposta, os pontos de tempo de controle teóricos dados previamente podem ser mantidos de

forma mais exata. Isto atua vantajosamente sobre os valores de gás de emissão. Ademais, a compensação da folga de válvula e das Folgas EVB reduz o desenvolvimento de ruídos do motor de combustão interna 1. Vantagens acústicas são obtidas.

Fundamentalmente, os mecanismos de compensação descritos podem ser utilizados também em válvulas de sucção. Os componentes utilizados no motor de combustão interna 1 não são componentes especiais. Assim, por exemplo, a ponte de válvula 5 pode ser utilizada, em sua forma construtiva básica, por outros motores de combustão interna, que não estejam equipados com um dispositivo de feio de motor. A ponte de válvula 5 inclui então somente a quarta unidade cilindro-pistão 45 com um quarto pistão 46 sem um orifício de restabelecimento 56 e um furo passante 57. As outras unidades cilindro-pistão 11, 22 e 35 podem ser dispensadas.

A seguir descreve-se com referência à Figura 2 um segundo exemplo de concretização da invenção. Construtivamente, partes idênticas recebem as mesmas referências numéricas que no primeiro exemplo de concretização, e prescinde-se aqui de suas descrições. Peças construtivamente diferentes, porém funcionalmente iguais recebem as mesmas referências numéricas seguidas de a. Defronte o primeiro exemplo de concretização, no segundo exemplo de concretização dispensa-se a terceira unidade cilindro-pistão 35, o segundo canal de óleo 40 e o terceiro canal de óleo 51, assim como o orifício de restabelecimento 56. Na ponte de válvula 5a do motor de combustão interna 1a são formados meramente o primeiro canal de óleo 21 e o quarto canal de óleo 59. No quarto pistão 46a são formados, da forma já descrita anteriormente, o canal de admissão de óleo 54 e o furo passante 57. O pistão de controle 29a apresenta no lado de frente para o espaço de pressão de controle 33a um furo passante transversal 64. Os extremos circunferenciais laterais do furo passante 64 são unidos entre si por uma ranhura circunferencial 65.

Na ponte de válvulas 5a é formada uma outra ranhura circunferencial 66 na região do espaço de pressão de controle 33a, a qual é ligada com um orifício de restabelecimento 67. O orifício de restabelecimento 67
5 pode ser fechado por meio de uma válvula de retenção 68 na direção do espaço de pressão de controle 33a.

Primeiramente, é explicado o funcionamento de freio de motor. O bloqueio da válvula de escape 3 na posição aberta intermédia, quando o dispositivo de freio de motor
10 2a é acionado, ocorre do modo já descrito anteriormente. Na posição aberta intermédia da válvula de escape 3, o pistão de controle 29a fecha o orifício de restabelecimento 67, de modo que nenhum óleo do espaço de pressão de controle 33a pode escapar. Essa situação de
15 funcionamento é mostrada na Figura 2.

Quando, no fim do terceiro tempo, a alavanca basculante carga novamente a ponte de válvulas 5a por causa da distribuição da árvore de cames, para levar a válvula de escape 3, durante o quarto tempo, à posição completamente
20 aberta prevista, o primeiro pistão 12 retira-se do apóio de encontro 10 de modo que o orifício de restabelecimento 20 é liberado. O óleo que se encontra no espaço de pressão de controle 33a pode agora escoar pelo canal de óleo 21 através do orifício de restabelecimento 20. O
25 bloqueio hidráulico do pistão de controle 29a é levantado. O pistão de controle 29a movimenta-se de volta para seu ponto morto superior, onde o orifício de restabelecimento 67 libera o furo de passagem 64. Ao mesmo tempo, o primeiro pistão 12 movimenta-se para seu
30 ponto morto superior.

No curso de retorno da alavanca basculante, depois de renovado o contato de fechamento entre o apóio de encontro 10 e o primeiro pistão 12, esta é pressionada de volta na direção de seu ponto morto inferior. O óleo que
35 se encontra pressionado no espaço de pressão de óleo 18 pode escoar pelo primeiro canal de óleo 21, o espaço de pressão de controle 33a, o furo passante 64 e o orifício

de restabelecimento 67. As ranhuras circunferenciais 65 e 66 aumentam a secção transversal de escoamento para o óleo circulando e contribuem para o controle exato do óleo em dependência do curso do pistão de controle 29a.

5 No fim do quarto tempo, o apóio de encontro 10 encosta novamente no primeiro pistão 12 e a alavanca basculante alcançou novamente o circulo base de came. A Folga EVBé compensada e um novo ciclo de frenagem pode começar.

Em funcionamento de motor normal aquecido encontra-se o
10 pistão de controle 29a em seu ponto morto superior, de modo que o quarto canal de óleo 59 é fechado. O pistão de controle 29a forma assim, como no primeiro exemplo de concretização, parte da unidade de fechamento 63. A
15 válvula de escape 3 e a ponte de válvulas 5a apresentam com isso, para a compensação de folga de válvula, uma posição definida. A compensação da folga de válvula por meio do quarto pistão 46a acontece da maneira já descrita anteriormente, onde é necessário um movimento de subida do quarto pistão 46a exclusivamente para a compensação de
20 folga de válvula. Como para compensação da folga de válvula são necessários somente pequenos movimentos de subida, o furo passante 57 está unido continuamente com o quarto canal de óleo 59. Em relação aos outros modos de funcionamento da unidade adicional de controle de folga
25 de válvula 22a e do mecanismo de compensação de folga de válvula (= quarta unidade cilindro-pistão 45a) remete-se ao primeiro exemplo de concretização. O modo de operação do segundo exemplo de concretização é denominado também como controle por cantos.

30 A continuação será descrito com referência à Figura 3 um terceiro exemplo de concretização da invenção. Construtivamente, partes idênticas recebem as mesmas referências numéricas que nos exemplos de concretização anteriores, e prescinde-se aqui de suas descrições. Peças
35 construtivamente diferentes, porém funcionalmente iguais recebem as mesmas referencias numéricas seguidas de b. De frente o primeiro exemplo de concretização, no terceiro

exemplo de concretização dispensa-se a terceira unidade cilindro-pistão 35, o orifício de restabelecimento 56, o furo passante 57 e a válvula de retenção 60. O quarto canal de óleo 59b liga o terceiro canal de óleo 51b com o

5 segundo canal de óleo 40b. O segundo canal de óleo 40b unido sobre toda a largura do pistão de controle 29b com o espaço de pressão de controle 33b e forma, na região do ponto morto superior do pistão de controle 29b, uma ranhura circunferencial retangular. O pistão de controle

10 29b é provido, conforme o segundo exemplo de concretização, com o furo passante 64 e a ranhura circunferencial 65. Além disso, a ponte de válvulas 5b apresenta, conforme o segundo exemplo de concretização, a ranhura circunferencial 66 assim como o orifício de

15 restabelecimento 67 com a válvula de retenção 68. Analogamente aos exemplos de concretização precedentes, uma válvula de retenção 60, não mostrada na Figura 3, pode ser arranjada no quarto canal de óleo 59b.

Primeiramente será descrito o funcionamento do freio de

20 motor. Na abertura intermédia da válvula de escape 3 é produzida uma pressão negativa através do movimento do pistão de controle 29b no espaço de pressão de controle 33b, através da qual é absorvido óleo do espaço de admissão de óleo 49 da quarta unidade cilindro-pistão 45b

25 através do terceiro canal de óleo 51b, do quarto canal de óleo 59b e da ranhura circunferencial do segundo canal 40b. O óleo escoando do espaço de admissão de óleo 49 circula pelos canais de admissão de óleo 8, 54 e da válvula de retenção 55. Na posição aberta intermédia, o

30 pistão de controle 29b fecha o orifício de restabelecimento 67. Essa situação de funcionamento é mostrada na Figura 3. Pelo fato de que mais nenhum óleo do espaço de pressão de controle 33b pode escoar, a válvula de escape 3 está bloqueada na posição aberta

35 intermédia. Quando no fim do terceiro tempo a alavanca basculante carrega novamente a ponte de válvula 5b por causa da distribuição da árvore de came,

para levar a válvula de escape 3 a posição completamente aberta prevista durante o quarto tempo, afasta-se o apóio de encontro 10 do primeiro pistão 12, por meio do qual é liberado o orifício de restabelecimento 20. O óleo que se encontra no espaço de pressão de controle 33b pode agora escoar através do primeiro canal de óleo 21 pelo furo passante 20, desse modo é levantado o bloqueio do pistão de controle 29b. O pistão de controle 29b se movimenta novamente para seu ponto morto superior. Nessa posição, é liberado o furo passante 64 através do orifício de restabelecimento 67 e o quarto canal de óleo 59b é fechado pelo pistão de controle 29b. O pistão de controle 29b forma com isso a unidade de fechamento 63b. Simultaneamente movimenta-se o primeiro pistão 12 para seu ponto morto superior.

No curso de retorno da alavanca basculante, depois de renovado o contato de fechamento entre o apóio de encontro 10 e o primeiro pistão 12, o orifício de restabelecimento 20 é fechado e o primeiro pistão 12 é obrigado na direção de seu ponto morto inferior até que a ponte de válvula 5b se encontre em seu ponto morto superior. O óleo que se encontra pressionado no espaço de pressão de óleo 18 é escoado através do primeiro canal de óleo 21, do espaço de pressão de controle 33b, do furo passante 64 e do orifício de restabelecimento 67, conforme o segundo exemplo de concretização. No fim do quarto tempo, o apóio de encontro 10 encosta novamente no primeiro pistão 12 e a alavanca basculante alcançou novamente o circulo base de came. A Folga EVBé compensada e um novo ciclo de frenagem pode começar.

Em funcionamento de motor normal aquecido encontra-se o pistão de controle 29b em seu ponto morto superior, de modo que o pistão de controle 29b atua como elemento de fechamento 63b para o canal de óleo 59b. A pressão de óleo gerada no espaço de admissão de óleo 49b por causa do movimento de subida da alavanca basculante não pode mover o pistão de controle 29b fora de seu ponto morto

superior e com isso não pode abrir o quarto canal de óleo 59b. A válvula de escape 3 e a ponte de válvulas 5a apresentam com isso, para a compensação de folga de válvula, uma posição definida. A compensação da folga de válvula ocorre do modo já descrito anteriormente, onde é necessário exclusivamente um movimento de subida do quarto pistão 46b exclusivamente para a compensação de folga de válvula. O quarto pistão 46b e a unidade de fechamento 63b se simplificam neste exemplo de concretização em comparação com os exemplos de concretização anteriores.

Em relação aos outros modos de funcionamento da unidade adicional de controle de folga de válvula 22b e do mecanismo de compensação de folga de válvula (= quarta unidade cilindro-pistão 45b) remete-se aos exemplos de concretização anteriores. O modo de operação deste exemplo de concretização é denominado também como controle por cantos.

A continuação será descrito com referência à Figura 4 um quarto exemplo de concretização da invenção. Construtivamente, partes idênticas recebem as mesmas referências numéricas que nos exemplos de concretização anteriores, e prescinde-se aqui de suas descrições. Peças construtivamente diferentes, porém funcionalmente iguais recebem as mesmas referências numéricas seguidas de c. A principal diferença defronte os exemplos de concretização precedentes é que a primeira unidade cilindro-pistão 11c é construída integrada com a segunda unidade cilindro-pistão (= unidade adicional de controle de válvula 22c). O primeiro pistão 12c é guiado axialmente de forma móvel no pistão de controle 29c que atua como cilindro. O espaço de pressão de óleo 18c é limitado pelo primeiro pistão 12c e o pistão de controle 29c. O primeiro canal de óleo 21c é desenvolvido em forma escalonada no primeiro pistão 12c e une o espaço de pressão de óleo 18c com o orifício de restabelecimento 20. O primeiro canal de óleo 21c é ligado através de um furo passante 69 que corre

transversalmente no primeiro pistão 12c com o espaço de pressão de controle 33c. O pistão de controle 29c apresenta, em um lado de frente para o espaço de pressão de controle 33c, um encosto anular 70. A mola de ajuste 5 34c encosta contra o encosto anular 70 e a superfície limite 32c e circunda do primeiro pistão 12c. O quarto canal de óleo 59c desemboca no espaço de pressão de controle 33c. O pistão de controle 29c e a válvula de retenção 60 formam a unidade de fechamento 63c. A 10 formação integrada da primeira e da segunda unidade cilindro-pistão 11c e 22c economiza o máximo de espaço. A altura de construção da ponte de válvula 5c pode ser desta forma reduzida.

O apóio de encontro 10 é formado escalonado e apresenta 15 um encosto anular 71. Entre o encosto anular 71 e a ponte de válvula 5c é arranjado um elemento de mola 72 formado como mola helicoidal. O elemento de mola 72 impede um posicionamento inclinado da ponte de válvulas 5c, particularmente quando a pressão de óleo no espaço de 20 admissão de óleo 49 (não representado na Figura 4) é muito baixa. O elemento de mola 72 pode ser utilizado também pelos exemplos de concretização precedentes, caso isso seja vantajoso.

Além disso, a formação integrada da primeira e da segunda 25 unidade cilindro-pistão 11c e 12c em qualquer modo pode ser combinada com os elementos operacionais do controle por cantos e do controle por pistões nos exemplos de concretização precedentes.

Primeiramente será descrito o funcionamento do freio de 30 motor. Na abertura intermédia da válvula de escape 3 flui óleo através do quarto canal de óleo 59c para o espaço de pressão de controle 33c. A válvula de retenção 60 impede a fluxo de retorno do óleo de modo que a válvula de escape 3 é bloqueada na posição aberta intermédia. Quando 35 no fim do terceiro tempo a alavanca basculante carrega novamente a ponte de válvula 5c por causa da distribuição da árvore de came, para levar a válvula de escape 3 para

a posição completamente aberta prevista durante o quarto tempo, afasta-se o apóio de encontro 10c do primeiro pistão 12c, e libera-se o orifício de restabelecimento 20. Com isso o bloqueio do pistão de controle 29c é levantado.

5 Durante o movimento do pistão de controle 29b novamente em seu ponto morto superior, o óleo que se encontra no espaço de pressão de controle 33c é controlado através do furo passante 69 e do primeiro canal de óleo 21c por meio do orifício de restabelecimento 20. Ao mesmo tempo, o
10 óleo que se encontra no espaço de pressão de controle 33c é zerado através do primeiro canal de óleo 21c por meio do orifício de restabelecimento 20. Com a saída do óleo do espaço de pressão de controle 33c move-se também o
15 primeiro pistão 12c para seu ponto morto superior. No curso de retorno da alavanca basculante, o orifício de restabelecimento 20 é novamente fechado pelo apóio de encontro 10c. O apóio de encontro 10c obriga o primeiro pistão 12c e o pistão de controle 29c a retornar, sendo
20 que o óleo pressionado, como nos exemplos de concretização precedentes, pode escoar. A Folga EVBé compensada.

Em funcionamento de motor normal aquecido encontra-se o pistão de controle 29c em seu ponto morto superior e
25 fecha o canal de óleo 59c. A compensação da folga de válvula da válvula de escape 3 pode ocorrer da maneira já descrita anteriormente. Em relação aos outros modos de funcionamento da unidade adicional de controle de folga de válvula (= segunda unidade cilindro-pistão 22c) e do
30 mecanismo de compensação de folga de válvula (= quarta unidade cilindro-pistão) remete-se aos exemplos de concretização anteriores.

A continuação será descrito com referência à Figura 5 um quinto exemplo de concretização da invenção. Partes,
35 construtivamente, idênticas recebem as mesmas referências numéricas que nos exemplos de concretização anteriores, e prescinde-se aqui de suas descrições. Peças

construtivamente diferentes, porém funcionalmente iguais recebem as mesmas referencias numéricas seguidas de d. Uma diferença defronte o primeiro exemplo de concretização é que a terceira unidade cilindro-pistão 35d não é arranjada entre as válvulas de escape 3 e 4, mas em um lado da válvula de escape 3 de frente para a válvula de escape 4 na região lateralmente ao lado da primeira unidade cilindro-pistão 11. A terceira unidade cilindro-pistão 35d é, por conseguinte, deslocada da região carregada através de momentos de flexão na operação das válvulas de escape 3 e 4. O terceiro pistão 36d tem forma cilíndrica e está em seu ponto morto superior contra uma bucha de encoste cilíndrica oca 73, a qual está inserida no terceiro furo cilíndrico 37d. O terceiro canal de óleo 51d une a primeira unidade cilindro-pistão 11 com a terceira unidade cilindro-pistão 35d. Para isso, o terceiro canal de óleo 51d transcorre saindo do primeiro canal de óleo 21d abaixo do espaço de pressão de óleo 18 para a terceira unidade cilindro-pistão 35d e desemboca ali na região perto da bucha de encosto 73 no terceiro furo cilíndrico 37d. Nessa região, a terceira unidade cilindro-pistão 35d apresenta uma ranhura circunferencial 74 que une o terceiro canal de óleo 51d com o espaço de admissão de óleo 39 posterior. No primeiro canal de óleo 21d é arranjada uma válvula de retenção 75 entre o terceiro canal de óleo 51d e o espaço de pressão de controle 33d, a qual atua bloqueando na direção do espaço de pressão de controle 33d. A válvula de retenção 75 apresenta um assento cônico 76 formado no primeiro canal de óleo 21 com uma esfera que pode se assentar nele. Em comparação com o primeiro exemplo de concretização, no quinto exemplo de concretização dispensam-se, correspondentemente ao terceiro exemplo de concretização, o orifício de restabelecimento 56, o furo passante 57 e a válvula de retenção 60. O quarto canal de óleo 59d une o espaço de admissão de óleo 49 diretamente com o espaço de pressão de controle 33d. No quarto canal

de óleo 59d pode ser arranjada, conforme os exemplos de concretização precedentes, adicionalmente uma válvula de retenção 60.

Primeiramente será descrito o funcionamento de freio de motor. Na abertura intermédia da válvula de escape 3 é produzida uma pressão negativa no espaço de pressão de controle 33d através do movimento do pistão de controle 29d, por meio da qual é adsorvido o óleo do espaço de admissão de óleo 49 pelo canal de óleo 59d. A válvula de retenção 75 evita um fluxo de óleo do espaço de pressão de óleo 18 para o espaço de pressão de controle 33d. O óleo escoando do espaço de admissão de óleo 49 flui pelos canais de admissão de óleo 8, 54 e a válvula de retenção 55. Na posição aberta intermédia, o terceiro pistão 36d é pressionado através do segundo canal de óleo 40d para seu ponto morto superior. O terceiro pistão 36d encontra-se então contra a bucha de encosto 73 e fecha o terceiro canal de óleo 51d e a ranhura circunferencial 74. Essa situação de operação é mostrada na Figura 5. Pelo fato de que mais nenhum óleo do espaço de pressão de controle 33d pode escoar, a válvula de escape 3 está bloqueada na posição aberta intermédia. Quando no fim do terceiro tempo da alavanca basculante, a ponte de válvulas 5d carrega novamente para levar a válvula de escape 3 para a posição completamente aberta prevista durante o quarto tempo, o primeiro pistão 12 afasta-se do apoio de encontro 10, por meio do qual é liberado o orifício de restabelecimento 20. O óleo que se encontra no espaço de pressão de controle 33d pode então escoar pela válvula de retenção 75, a qual permite um fluxo de óleo na direção do orifício de restabelecimento 20, através do orifício de restabelecimento 20, por meio do qual o bloqueio do pistão de controle 29d é levantado. O pistão de controle 29d movimenta-se de volta a seu ponto morto superior. Nessa posição, o pistão de controle 29d fecha o quarto canal de óleo 59d. O pistão de controle 29d forma assim a unidade de fechamento 63d. Ao mesmo tempo movimenta-se o

primeiro pistão 12 para seu ponto morto superior e o terceiro pistão 36d por meio da mola de ajuste 42 para seu ponto morto inferior, já que o óleo que se encontra o espaço de admissão de óleo 38d anterior pode escoar pelo
5 segundo canal de óleo 40d e o segundo canal de óleo 21d através do orifício de restabelecimento 20.

No curso de retorno da alavanca basculante, depois de renovado o contato de fechamento entre o apóio de encontro 10 e o primeiro pistão 12, o orifício de
10 restabelecimento 20 é fechado e o primeiro pistão 12 é obrigado na direção de seu ponto morto inferior até que a ponte de válvula 5d se encontre em seu ponto morto superior. O óleo pressionado do espaço de pressão de óleo 18 é escoado através do terceiro canal de óleo 51d, a
15 ranhura circunferencial 74, o espaço de admissão de óleo 39d e o orifício de saída de óleo 44. A ranhura circunferencial 74 aumenta a secção transversal do escoamento do óleo e serve para o controle exato do escoamento de óleo. Como a válvula de retenção 75 evita
20 um fluxo de óleo do espaço de pressão de óleo 18 pelo segundo canal de óleo 40d para o espaço de admissão de óleo 38d, o terceiro pistão 36d fica em seu ponto morto inferior. No fim do quarto tempo, o apóio de encontro 10 encosta novamente no primeiro pistão 12 e a alavanca
25 basculante alcançou novamente o círculo base de came. A Folga EVBé compensada e um novo ciclo de frenagem pode começar.

Em funcionamento de motor normal aquecido encontra-se o pistão de controle 29d em seu ponto morto superior, de
30 modo que o pistão de controle 29d atua como elemento de fechamento 63d para o quarto canal de óleo 59d. A pressão de óleo gerada no espaço de admissão de óleo 49 por causa do movimento de subida da alavanca basculante não pode mover o pistão de controle 29d fora de seu ponto morto
35 superior e com isso não pode abrir o quarto canal de óleo 59d. Com isso, a válvula de escape 3 e a ponte de válvulas 5d apresentam, para a compensação da folga de

válvula, uma posição definida. A compensação da folga de válvula ocorre do modo já descrito anteriormente, sendo necessário um movimento de subida do quarto pistão 46d, exclusivamente, para a compensação da folga de válvula.

5 Em comparação com o primeiro exemplo de concretização, o controle do óleo na compensação da Folga EVBocorre diretamente através da terceira unidade cilindro-pistão 35d e não através do mecanismo de compensação de folga de válvula (= quarta unidade cilindro-pistão 45d). Além
10 disso, a terceira unidade cilindro-pistão 35d é acionada somente através da pressão negativa no espaço de pressão de controle 33d após a abertura intermédia da válvula de escape 3 e é, conseqüentemente, independente do mecanismo de compensação de folga de válvula 45d. Pelo fato de a
15 terceira unidade cilindro-pistão 35d ser unida apenas com a primeira unidade cilindro-pistão 11 e com a unidade adicional de controle de válvula 22d, a terceira unidade cilindro-pistão 35d pode ser deslocada lateralmente para fora da região carregada por momentos de flexão entre as
20 válvulas de escape 3 e 4. O bloqueio da válvula de escape 3 na posição aberta intermédia funciona também para pequenos pulos de curso da válvula de escape 3, quando a diferença de diâmetro entre o primeiro pistão 12 e o terceiro pistão 36d é muito grande, de modo que no processo de abertura do terceiro pistão 36d a perda de
25 óleo pelo canal de óleo 51d e o canal de óleo 40d é baixa. A ranhura circunferencial 74 serve, além disso, para que, na medida do possível, pouco óleo possa sair e ser perdido ao fechar o terceiro canal de óleo 51d por
30 meio do terceiro pistão 36d, uma vez que com isso pode ser minimizada a altura de curso do terceiro pistão 36d. Em relação aos outros modos de funcionamento da unidade adicional de controle de folga de válvula 22d e do mecanismo de compensação de folga de válvula (= quarta
35 unidade cilindro-pistão 45d) remete-se aos exemplos de concretização anteriores.

A continuação será descrito com referência às Figuras 6 e

7 um sexto exemplo de concretização da invenção. Construtivamente, partes idênticas recebem as mesmas referências numéricas que nos exemplos de concretização anteriores, e prescinde-se aqui de suas descrições. Peças
5 construtivamente diferentes, porém funcionalmente iguais recebem as mesmas referências numéricas seguidas de e. A principal diferença defronte os exemplos de concretização precedentes, especialmente em comparação ao primeiro e ao
10 quinto exemplo de concretização, é que a primeira unidade cilindro-pistão 11e é construída integrada com a segunda unidade cilindro-pistão (unidade adicional de controle de válvula 22e) e com a terceira unidade cilindro-pistão 35e. O primeiro pistão 12e é guiado axialmente de forma móvel em uma parte adicional cilíndrica oca 78, a qual é
15 formada como uma peça com o disco com rosca 16e. Alternativamente, a peça adicional 78 pode ser formada também como uma peça com um disco de pressão, a qual seria inserida na ponte de válvulas 5e sob força. O primeiro pistão 12e é guiado na parte adicional 78. O
20 pistão de controle 29e com secção transversal em forma de H circunda a parte adicional 78, sendo que entre a parte adicional 78 e o pistão de controle 29e é arranjada a mola de ajuste 34. A parte adicional 78 é fechada em um lado oposto ao disco 16e por meio de um outro disco 79
25 roscado ou inserido a pressão. No disco 79 é formada uma parte do canal de óleo 21e com a válvula de retenção 75e. A parte adicional 78 apresenta um furo passante 80 que é parte do segundo canal de óleo 40e.

A terceira unidade cilindro-pistão 35e é integrada ao
30 primeiro pistão 12e. Para isso, no primeiro pistão 12e é formado o furo cilíndrico 37e para o terceiro pistão 36e. O orifício de restabelecimento 20 forma ao mesmo tempo o orifício de entrada de óleo 44e, sendo que a região do primeiro pistão 12e que se encontra em torno do orifício
35 de entrada de óleo 44e atua como elemento de encosto 43e para a mola de ajuste 42. Ademais, o furo passante 37e apresenta um encosto anular 81 para o terceiro pistão

36e. O furo cilíndrico 37e é fechado por um disco de fechamento 82 roscado ou inserido a pressão em um lado oposto ao orifício de restabelecimento 20. Uma parte do canal de óleo 21e é formada como furo passante em um

5 terceiro pistão 36e, de modo que o espaço de admissão de óleo 38e anterior é unido com o espaço de admissão de óleo 39e posterior. O segundo canal de óleo 40e é formado na região do disco de fechamento 82 no primeiro pistão 12e e une o espaço de admissão de óleo 38e anterior por

10 meio do furo passante 80 com o espaço de pressão de controle 33e. O terceiro canal de óleo 51e é formado em forma de L e une o espaço de pressão de óleo 18e com o espaço de admissão de óleo 39e posterior, sendo que o terceiro canal de óleo 51e desemboca na região do encosto

15 anular 81, de modo que este pode ser fechado pelo terceiro pistão 36e, quando este se encontra em seu ponto morto superior. Oposto ao terceiro canal de óleo 51e é formado perto de o encosto anular 81 um furo de restabelecimento 83, o qual une o espaço de admissão de

20 óleo 39e posterior com a fenda anular 84, a qual é formada entre a parte adicional 78 assim como o disco 16e e o primeiro pistão 12e. O terceiro canal de óleo 51e é fechado no na fenda anula 84 através da tampa 52e. A ranhura circunferencial 74e é arranjada na região do

25 encosto anular 81. A ranhura circunferencial 74e se estende somente elemento ótico longo de um perímetro parcial do terceiro pistão 36e e com isso é interrompida a ambos os lados do terceiro canal de óleo 51e e do furo de restabelecimento 83, de modo que o terceiro canal de

30 óleo 51e e do furo de restabelecimento 83 não são unidos entre si através da ranhura circunferencial 74e, quando o terceiro pistão 36e se encontra em seu ponto morto superior. A Figura 7 mostra uma secção transversal parcial através do primeiro pistão 12e na altura do

35 encosto anular 81. Como se pode observar na Figura 7, a ranhura circunferencial 74e é formada na forma de duas meias-luas, sendo que, respectivamente, uma é unida com o

terceiro canal de óleo 51e e uma com o furo de restabelecimento 83. Em seu ponto morto superior, o pistão de controle 29e impede um fluxo de óleo do terceiro canal de óleo 51e para o furo de restabelecimento 83. A ranhura circunferencial 74e serve correspondentemente ao quinto exemplo de concretização para o aumento da secção transversal de escoamento de óleo e para o controle exato do escoamento de óleo. O orifício de furo de restabelecimento 83 pode ser fechado quando o terceiro pistão 36e se encontra no seu ponto morto superior. No quarto canal de óleo 59e é arranjada a válvula de retenção 60, analogamente aos exemplos de concretização precedentes. A quarta unidade cilindro-pistão não representada na Figura 6 é formada, por exemplo, de forma análoga ao quinto exemplo de concretização.

Primeiramente será descrito o funcionamento do freio de motor.

Na abertura intermédia da válvula de escape 3 é produzida uma pressão negativa no espaço de pressão de controle 33e através do movimento do pistão de controle 29e, por meio da qual é adsorvido o óleo do espaço de admissão de óleo 49 da quarta unidade cilindro-pistão 45e pelo canal de óleo 59e. O óleo escoando do espaço de admissão de óleo 49 flui pelos canais de admissão de óleo 8, 54 e a válvula de retenção 55 da forma já descrita. A válvula de retenção 75e impede um fluxo de óleo do espaço de pressão de óleo 18e para o espaço de pressão de controle espaço de pressão de controle 33e. Na posição aberta intermédia, o pistão de controle 29e pressiona o terceiro pistão 36e através do segundo canal de óleo 40e para seu ponto morto superior, de modo que este fecha o terceiro canal de óleo 51e e o furo de restabelecimento 83. Esta situação de operação é mostrada na Figura 6. Pelo fato de mais nenhum óleo do espaço de pressão de controle 33e poder escoar, a válvula de escape 3 é bloqueada na posição aberta intermédia. Quando no fim do terceiro tempo da alavanca

basculante, a ponte de válvulas 5e carrega novamente para
 levar a válvula de escape 3 para a posição completamente
 aberta prevista durante o quarto tempo, o primeiro pistão
 12e afasta-se do apóio de encontro 10, por meio do qual é
 5 liberado o orifício de restabelecimento 20. O óleo que se
 encontra no espaço de pressão de controle 33e pode então
 escoar pelo segundo canal de óleo 40e e o primeiro canal
 de óleo 21e e pelo orifício de restabelecimento 20, uma
 vez que, ao mesmo tempo, o primeiro pistão 12e se move
 10 para seu ponto morto superior e o terceiro pistão 36e se
 move, devido à mola de ajuste 42, para seu ponto morto
 inferior. Por meio do qual o bloqueio do pistão de
 controle 29e é levantado, de modo que este se movimenta
 de volta para seu ponto morto superior. Nessa posição, o
 15 pistão de controle 29e fecha o quarto canal de óleo 59e.
 O pistão de controle 29e forma assim a unidade de
 fechamento 63e.

No curso de retorno da alavanca basculante, depois de
 renovado o contato de fechamento entre o apóio de
 20 encontro 10 e o primeiro pistão 12e, o orifício de
 restabelecimento 20 é fechado e o primeiro pistão 12e é
 obrigado na direção de seu ponto morto inferior até que a
 ponte de válvula 5e se encontre em seu ponto morto
 superior. O óleo pressionado do espaço de pressão de óleo
 25 18e é escoado através do terceiro canal de óleo 51e, do
 furo de restabelecimento 83 e da fenda anular 84. No fim
 do quarto tempo, o apóio de encontro 10 encosta novamente
 no primeiro pistão 12e e a alavanca basculante alcançou
 novamente o círculo base de came. A válvula de retenção
 30 75e impede uma formação de pressão indesejada no espaço
 de pressão de controle 33e e com isso uma movimentação do
 terceiro pistão 36e para seu ponto morto superior, o que
 teria como consequência um fechamento do furo de
 restabelecimento 83. A Folga EVBé compensada e um novo
 35 ciclo de frenagem pode começar.

Em funcionamento de motor normal aquecido encontra-se o
 pistão de controle 29e em seu ponto morto superior, de

modo que o pistão de controle 29e atua como unidade de fechamento 63e para o quarto canal de óleo 59e. A pressão de óleo gerada no espaço de admissão de óleo 49 por causa do movimento de subida da alavanca basculante não pode mover o pistão de controle 29e fora de seu ponto morto superior e com isso não pode abrir o quarto canal de óleo 59e. Com isso, a válvula de escape 3 e a ponte de válvulas 5e apresentam, para a compensação da folga de válvula, uma posição definida. A compensação da folga de válvula ocorre do modo já descrito anteriormente.

Em relação aos outros modos de funcionamento da unidade adicional de controle de folga de válvula (= segunda unidade cilindro-pistão 22e) e do mecanismo de compensação de folga de válvula não representado na Figura 6 (quarta unidade cilindro-pistão) remete-se aos exemplos de concretização anteriores, particularmente ao quinto exemplo de concretização.

REIVINDICAÇÕES

1. Motor de combustão interna, compreendendo;
 - pelo menos uma válvula de escape (3, 4) para escoamento de gás de escape de pelo menos um espaço de combustão,
 - 5 - um dispositivo de freio de motor (2; 2a; 2b; 2c; 2d; 2e) com uma unidade hidráulica adicional de controle de válvula (22; 22a; 22b; 22c; 22d; 22e),
 - o qual é integrado mecanismo de conexão (5, 6, 7; 5a, 6, 7; 5b, 6, 7; 5c, 6, 7; 5d, 6, 7; 5e, 6, 7),
 - 10 - o qual é ligado a um circuito de óleo para a alimentação de óleo,
 - por meio do qual pode ser mantida a válvula de escape (3) em uma posição aberta intermédia para dispositivo de freio de motor acionado,
 - 15 caracterizado pelo fato de compreender
 - um mecanismo hidráulico de compensação de folga de válvula (45; 45a; 45b; 45c; 45d; 45e) para a válvula de escape (3, 4),
 - o qual é integrado no mecanismo de conexão (5, 6, 20 7; 5a, 6, 7; 5b, 6, 7; 5c, 6, 7; 5d, 6, 7; 5e, 6, 7), e
 - o qual é ligado ao circuito de óleo para a alimentação de óleo,
 - um canal de óleo (59; 59b; 59c; 59d; 59e),
 - o qual é desenvolvido para a alimentação de óleo
 - 25 da unidade adicional de controle de válvula (22; 22a; 22b; 22c; 22d; 22e) entre esta e o mecanismo hidráulico de compensação de folga de válvula (45; 45a; 45b; 45c; 45d; 45e), e
 - o qual é susceptível de ser fechado para
 - 30 compensação de uma folga de válvula da válvula de escape (3, 4) por meio de uma unidade de fechamento (63; 63a; 63b; 63c; 63d; 64e).
 - 2. Motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a unidade
 - 35 adicional de controle de válvula (22; 22a; 22b; 22c; 22d; 22e) e o mecanismo hidráulico de compensação de folga de válvula (45; 45a; 45b; 45c; 45d; 45e) estejam integrados

em uma ponte de válvula (5; 5a; 5b; 5c; 5d; 5e) e o canal de óleo (59; 59b; 59c; 59d; 59e) ser formado na ponte de válvula (5; 5a; 5b; 5c; 5d; 5e).

3. Motor de combustão interna, de acordo com a
5 reivindicação 2, caracterizado pelo fato de uma primeira unidade hidráulica cilindro-pistão (11; 11c; 11e) ser prevista para a compensação de folga entre um apóio de encontro (10; 10c) que atua em conjunto com a unidade adicional de controle de válvula (22; 22a; 22b; 22c; 22d; 22e) e a ponte de válvulas (5; 5a; 5b; 5c; 5d; 5e).

4. Motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de a primeira unidade hidráulica cilindro-pistão (11; 11c) ser ligada ao circuito de óleo e apresentar um pistão (12; 12c)
15 integrado à ponte de válvula (5; 5a; 5b; 5c; 5d; 5e).

5. Motor de combustão interna, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 2 a 4, caracterizado pelo fato de um elemento de mola (72) ser arranjado entre a ponte de válvulas (5c) e o apóio de encontro (10c) que atua em
20 conjunto com a unidade adicional de controle de válvula (22c).

6. Motor de combustão interna, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 até 5, caracterizado pelo fato de a unidade adicional de controle de válvula (22; 22a; 22b; 22c; 22d; 22e) ser formado como uma segunda unidade
25 hidráulica cilindro-pistão com um pistão (29; 29a; 29b; 29c; 29d; 29e), sendo que o pistão (29; 29a; 29b; 29c; 29d; 29e) é parte da unidade de fechamento (63; 63a; 63b; 63c; 63d; 63e).

30 7. Motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de o pistão (12c; 12e) da primeira unidade hidráulica cilindro-pistão (11c; 11e) ser formado integrado com o pistão (29c; 29e) da segunda unidade hidráulica cilindro-pistão (22c; 22e).

35 8. Motor de combustão interna, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 7, caracterizado pelo fato de a unidade adicional de controle de válvula (22; 22d; 22e)

ser ligada ao mecanismo de compensação de folga de válvula (45; 45d; 45e) por meio de uma terceira unidade hidráulica cilindro-pistão (35; 35d; 35e).

- 5 9. Motor de combustão interna, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 6 a 8, caracterizado pelo fato de o pistão (29a; 29b) da segunda unidade hidráulica cilindro-pistão (22a; 22b) apresentar pelo menos um furo passante (64) transversal e atuar em conjunto com uma ranhura circunferencial (65).
- 10 10. Motor de combustão interna, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, caracterizado pelo fato de o mecanismo de compensação de folga de válvula (45; 45a; 45b; 45c; 45d; 45e) ser formado como uma quarta unidade cilindro-pistão.
- 15 11. Motor de combustão interna, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 8 a 10, caracterizado pelo fato de a terceira unidade cilindro-pistão (35d) ser arranjada em um lado oposto ao mecanismo de compensação de folga de válvula (45d) da primeira unidade cilindro-pistão (11).
- 20 12. Motor de combustão interna, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 8 a 10, caracterizado pelo fato de um pistão (36e) da terceira unidade cilindro-pistão (35e) ser formado de forma integrada com o pistão (12e) da primeira unidade cilindro-pistão (11e).

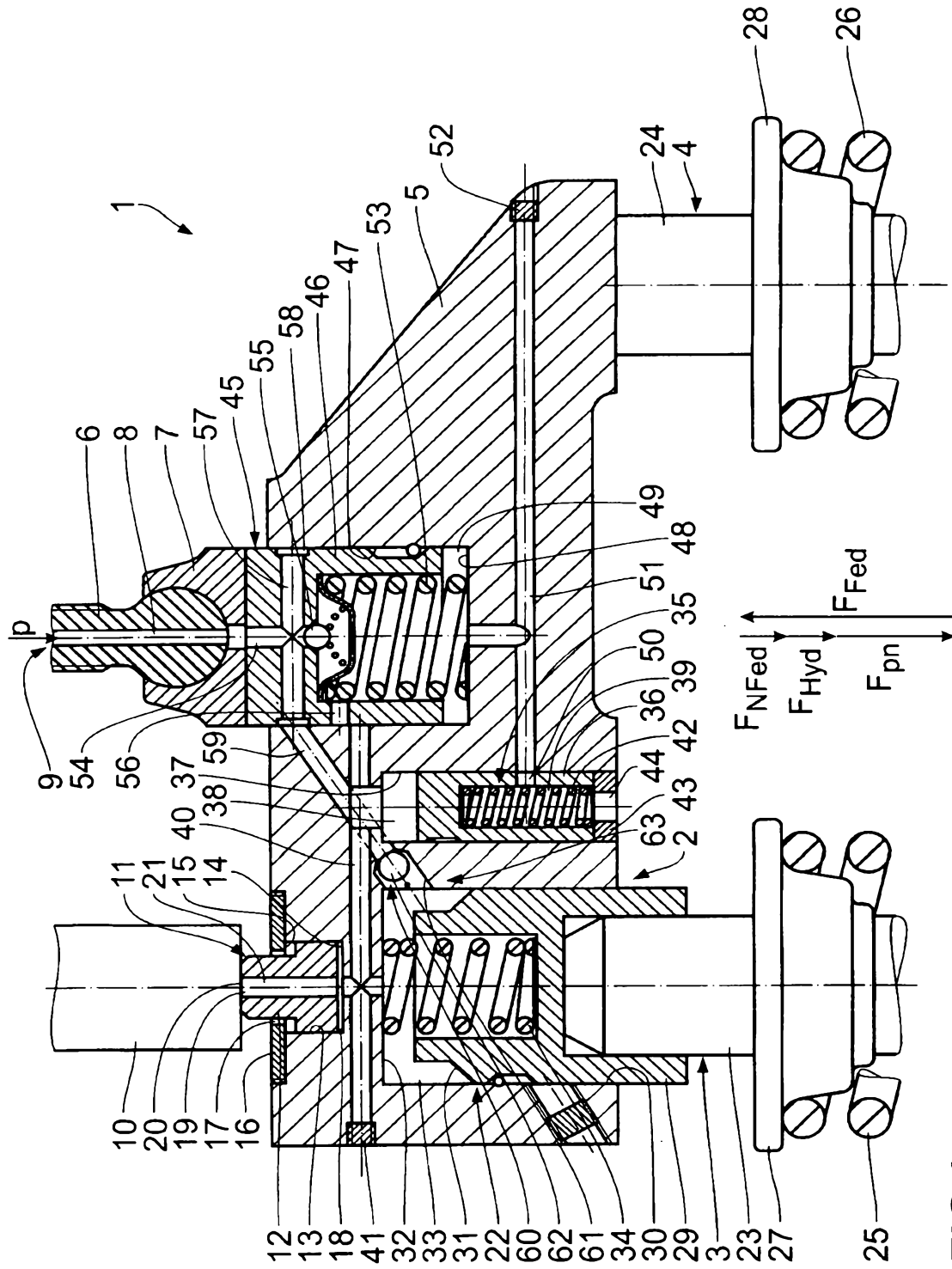


FIG.1

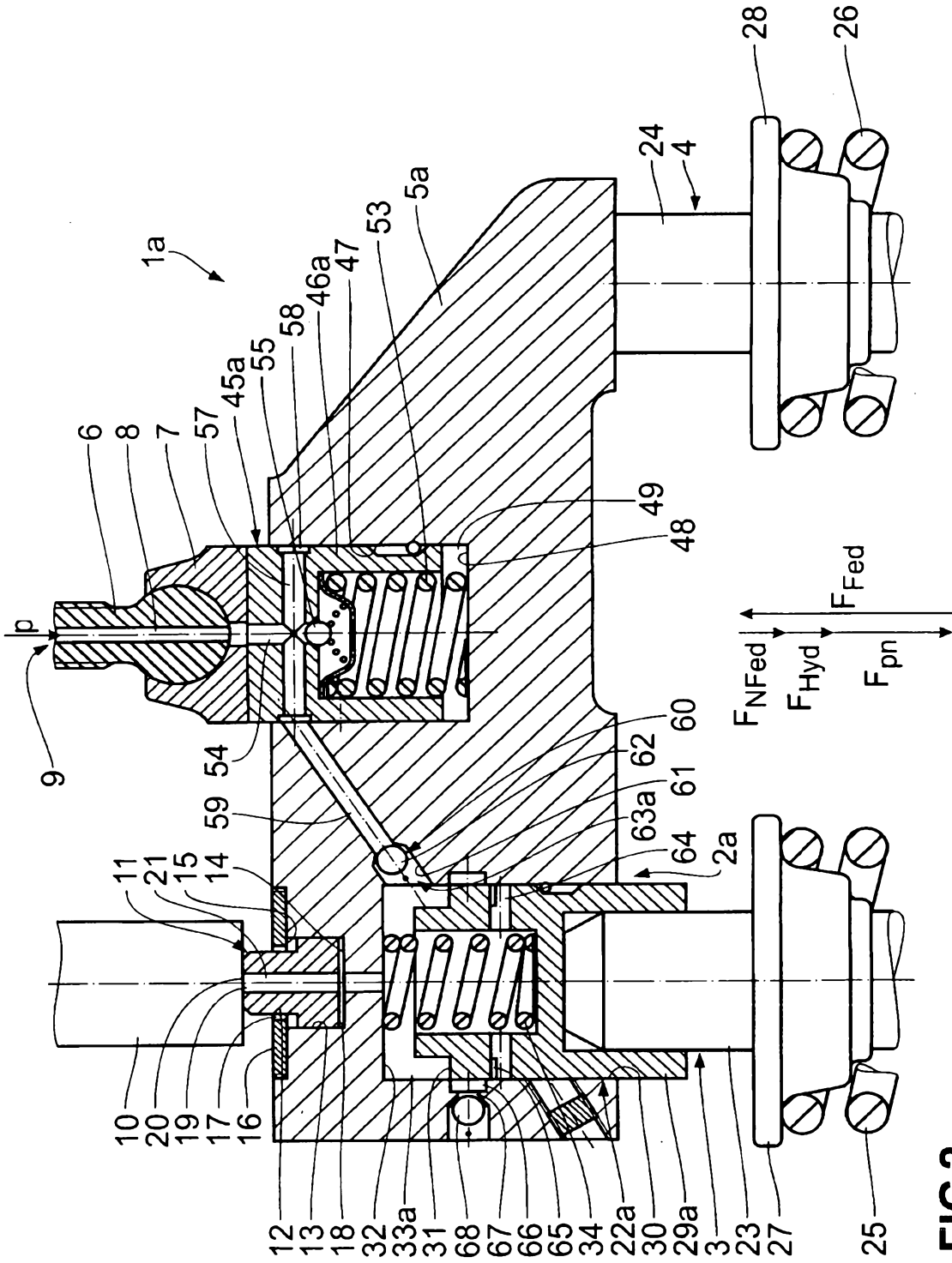
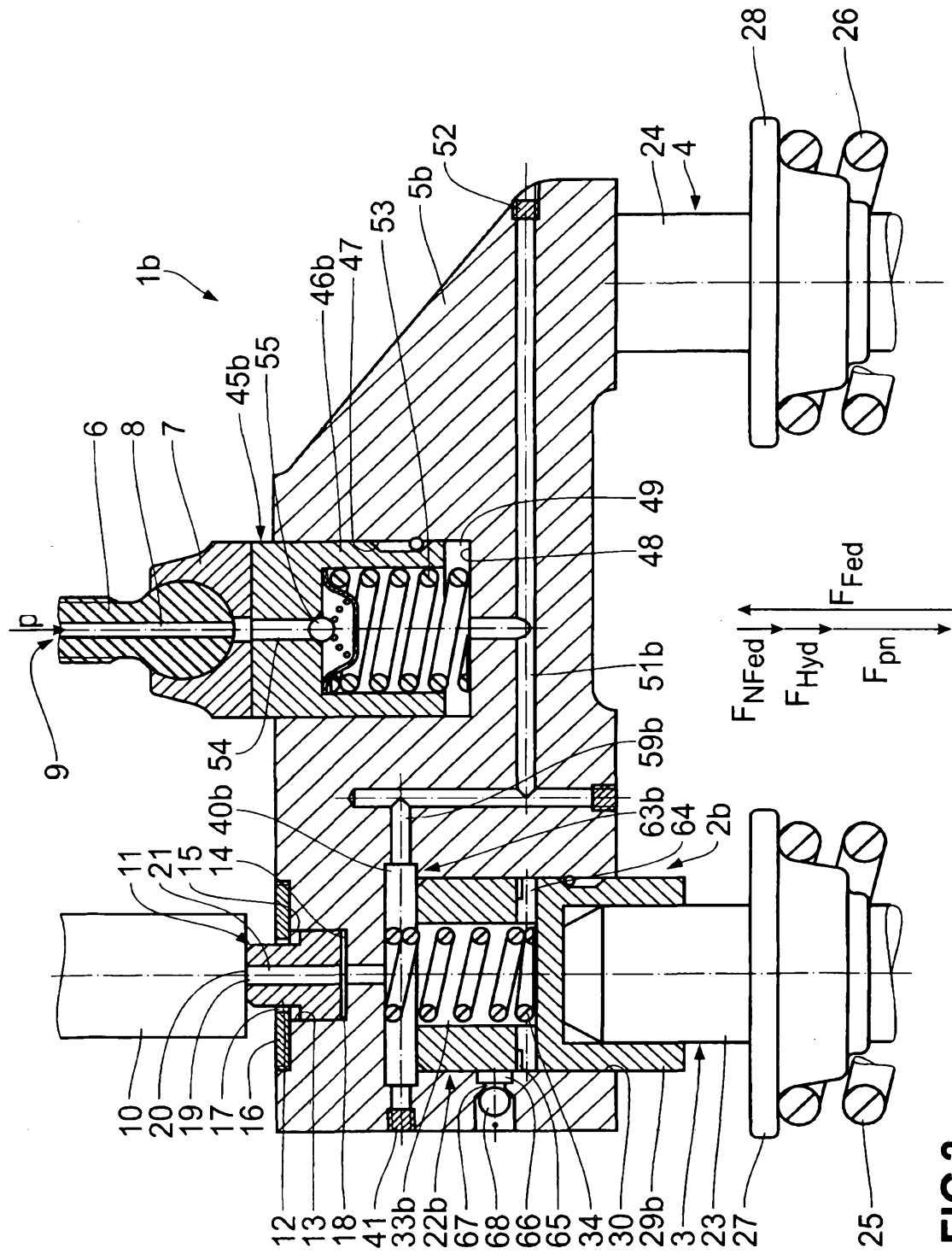


FIG. 2



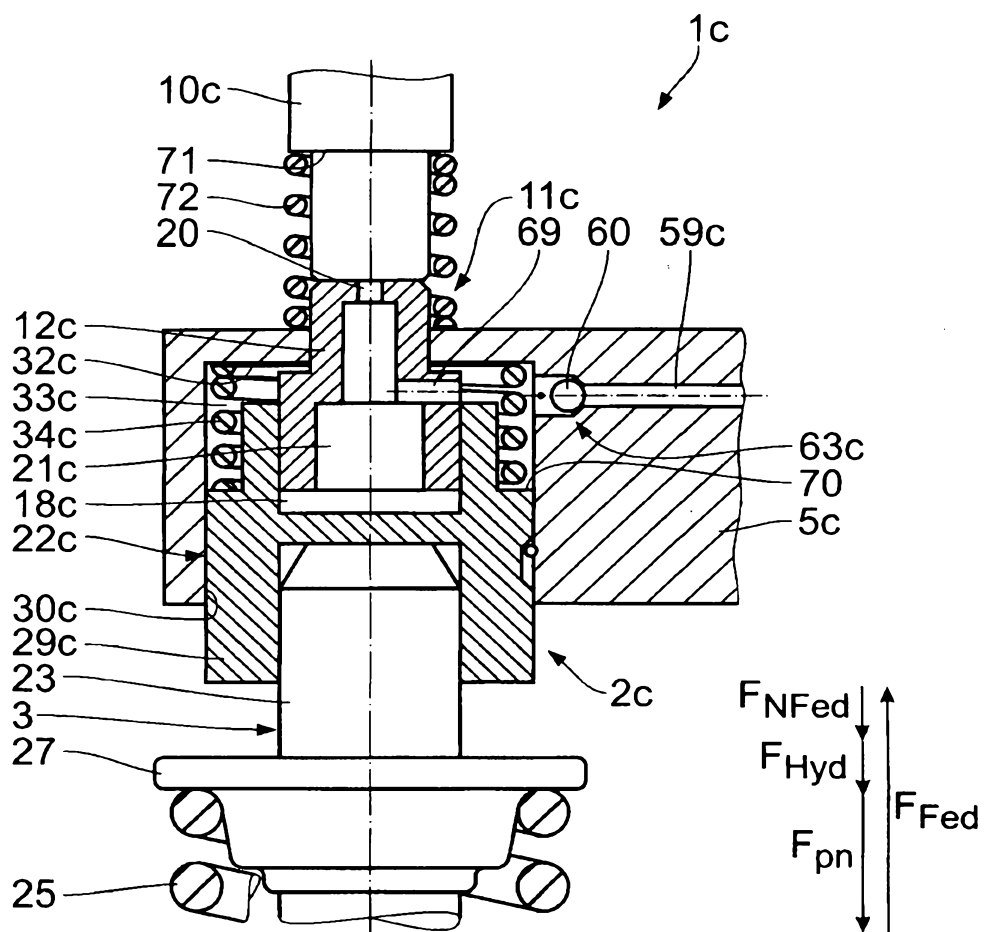
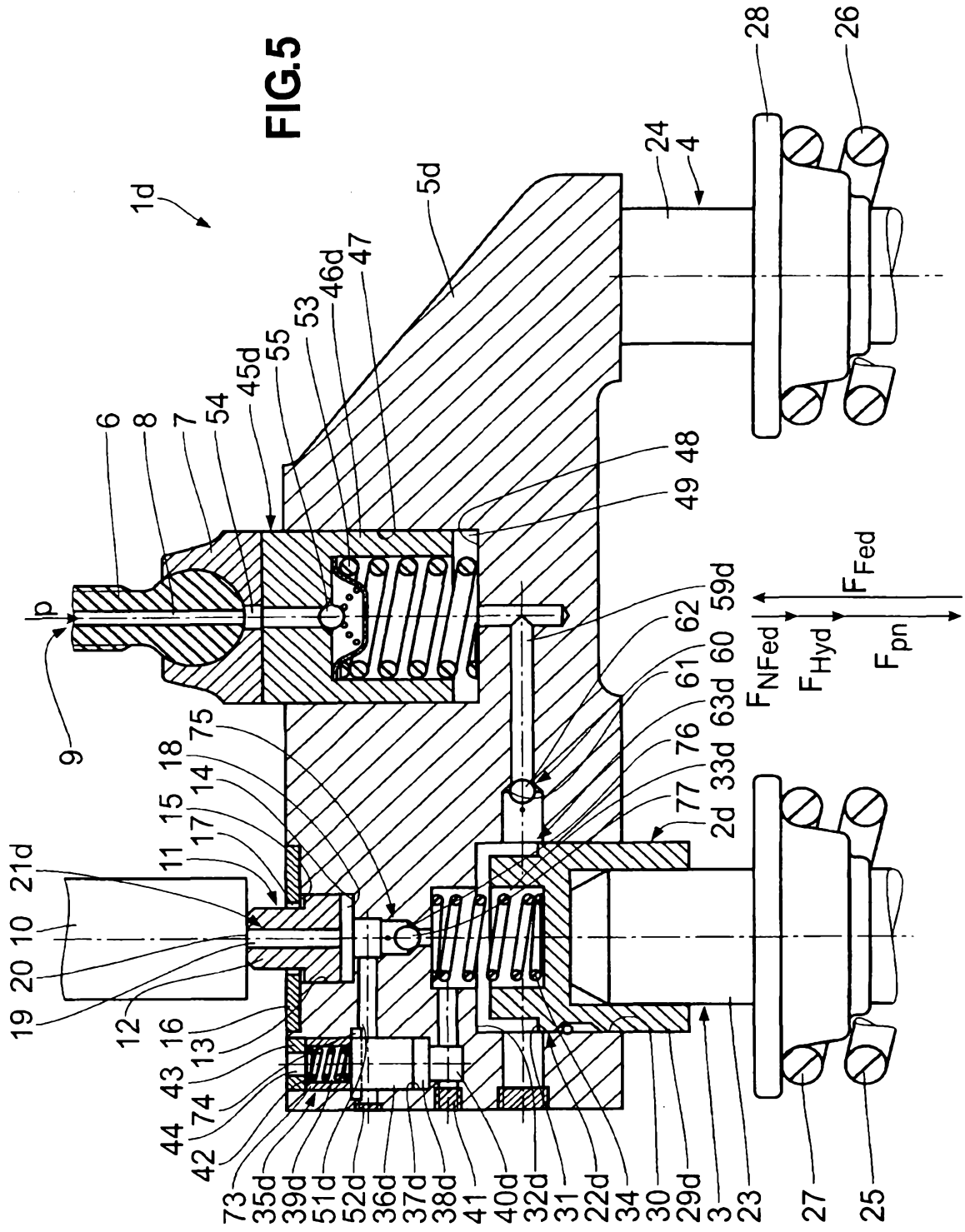
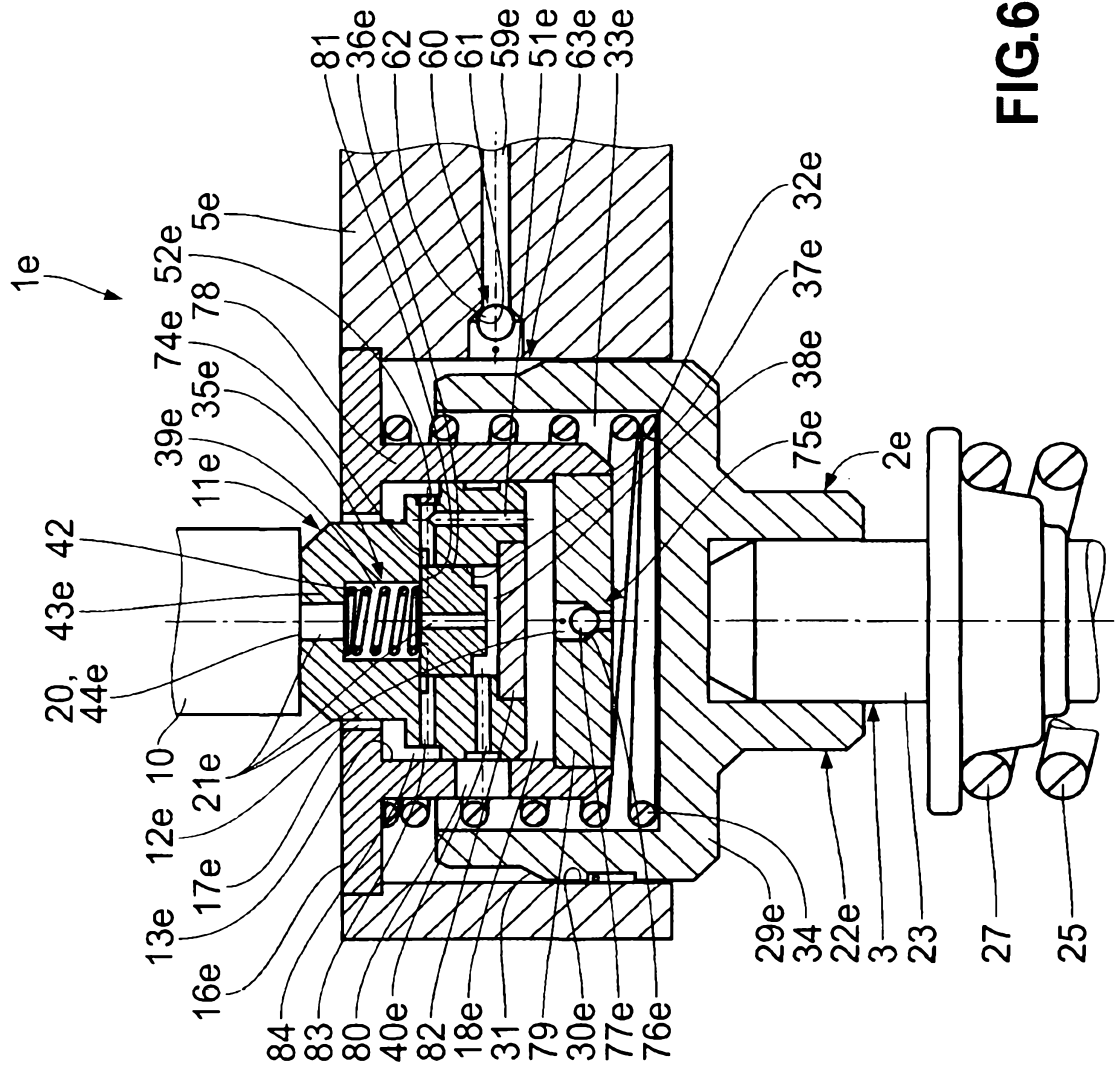


FIG.4

FIG. 5





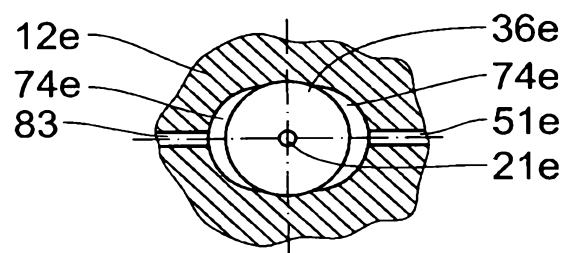


FIG.7