

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

(21) **PI0710745-5 A2**

(22) Data de Depósito: 17/04/2007
(43) Data da Publicação: 07/06/2011
(RPI 2109)



(51) *Int.Cl.:*
F02D 43/00 2006.01
F02D 19/06 2006.01

(54) Título: **DISPOSITIVO E PROCESSO PARA O CONTROLE DE UMA MÁQUINA DE COMBUSTÃO INTERNA**

(30) Prioridade Unionista: 16/05/2006 DE 10 2006 022 801.4

(73) Titular(es): Robert Bosch GMBH

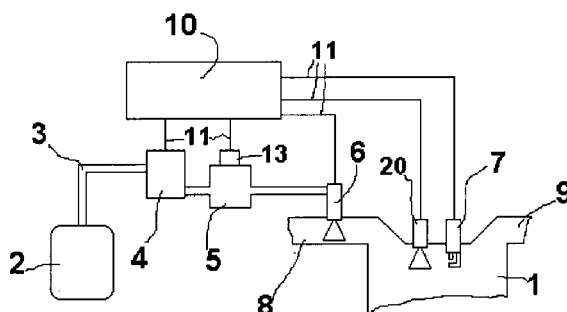
(72) Inventor(es): Jens Thurso, Juergen Foerster, Thorsten Allgeier, Winfried Langer

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007053711 de 17/04/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/131855 de 22/11/2007

(57) Resumo: DISPOSITIVO E PROCESSO PARA O CONTROLE DE UMA MÁQUINA DE COMBUSTÃO INTERNA. A presente invenção refere-se a um dispositivo e a um processo para o controle de uma máquina de combustão interna (1) que, de modo opcional, pode ser operada com um combustível líquido ou com um combustível em forma de gás. Para o combustível em forma de gás estão previstas uma válvula redutora de pressão (4) e uma válvula de injeção de baixa pressão (6). Além disso, estão previstos meios de supervisão que, durante uma operação da máquina de combustão interna com o combustível líquido, reconhecem um aumento de pressão acima de um valor limite, em antes da válvula de injeção de baixa pressão (6), e para a redução da pressão providenciam uma injeção do combustível em forma de gás.





Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**DISPOSITIVO E PROCESSO PARA O CONTROLE DE UMA MÁQUINA DE COMBUSTÃO INTERNA**".

DESCRIÇÃO

5 ESTADO DA TÉCNICA

A presente invenção refere-se a um dispositivo e processo para o controle de uma máquina de combustão interna de acordo com o gênero das reivindicações de patente independentes. Do requerimento de patente alemã DE 10 2004 060905 já é conhecido um dispositivo para o controle de uma máquina de combustão interna, sendo que, de modo opcional, pode ser operada com um combustível líquido ou com um combustível em forma de gás. Para o combustível em forma de gás estão previstos um tanque de alta pressão, uma válvula redutora de pressão e uma válvula de injeção de baixa pressão.

15 DIVULGAÇÃO DA INVENÇÃO
VANTAGENS DA INVENÇÃO

O dispositivo de acordo com a invenção e o processo de acordo com a invenção, com as características das reivindicações de patente independentes, em contrapartida, tem a vantagem que é impedida uma elevação excessiva da pressão antes da válvula de injeção de baixa pressão durante uma operação com o combustível líquido. Através desta medida, é melhorada a segurança da operação, em particular, a mudança confiável da operação com o combustível líquido para a operação com o combustível em forma de gás. Deste modo, a cada instante poderá ser garantida uma mudança.

Outras vantagens e aperfeiçoamentos resultam através das medidas das reivindicações de patente dependentes. De modo particularmente simples o reconhecimento da elevação da pressão antes da válvula de injeção de baixa pressão ocorre através do valor de comparação pela avaliação do sinal de um sensor de pressão que está disposto entre a válvula redutora de pressão e a válvula de injeção de baixa pressão. De modo alternativo a isto, a pressão também pode ocorrer através de um cálculo ba-

seado na elevação da temperatura da máquina de combustão interna. Neste caso, pode ser dispensado um correspondente sensor de pressão antes da válvula de injeção de baixa pressão. De modo particularmente simples a redução de pressão ocorre pelo fato de que, é providenciada uma breve o-
5 peração com o combustível em forma de gás. Uma redução de pressão particularmente bem controlável pode ser conseguida, pelo fato de que, é ocasionada uma operação simultânea com ambos combustíveis, de tal modo que, são injetadas somente pequenas quantidades de gás e uma correspondente redução da pressão não é percebida por um usuário da máquina
10 de combustão interna. Em particular, no caso de sistemas com pressão baixa ajustável, a pressão pode ser reajustada para uma necessidade reduzida, em particular, para a partida com baixa tensão da bateria. Deste modo, poderá ocorrer um controle otimizado, respectivamente, adaptado ao estado de operação concreto, no qual a máquina de combustão interna será operada.
15 da.

DESENHOS

Exemplos de execução da invenção estão representados nos desenhos, e serão esclarecidos, em detalhes, na descrição seguinte. São mostrados na figura 1, uma máquina de combustão interna, com um dispositi-
20 vo para o controle da máquina de combustão interna e na figura 2, uma máquina de combustão interna e um dispositivo para o controle da máquina de combustão interna.

DESCRIÇÃO

Na figura 1 é mostrada a câmara de combustão 1 de uma máquina de combustão interna tipo Otto tradicional. Essa máquina de combustão interna pode ser operada tanto com um combustível em forma de gás, como também com um combustível líquido. Para a condução do combustível em forma de gás está previsto um tanque de alta pressão 2, no qual está armazenado o combustível em forma de gás, por exemplo, gás natural com
25 uma pressão de até cerca de 20 MPa. Através de um condutor de alta pressão 3 o combustível em forma de gás é conduzido a uma válvula redutora de pressão 4. Na válvula redutora de pressão 4 o combustível em forma de
30

gás de alta pressão é reduzido da pressão de cerca de 20 MPa até uma pressão baixa na ordem de grandeza de 0,5 a 0,8 MPa. De modo opcional, a altura da pressão baixa pode ser predeterminada através de um sinal de um controle motor 10. Contudo, também são possíveis válvulas redutoras de pressão 4, que realizam somente uma pressão baixa predeterminada. Neste caso também não é necessário nenhum condutor de ligação 11 entre o controle motor 10 e a válvula redutora de pressão 4. O combustível em forma de gás, que agora é trazido para esta segunda pressão mais baixa é armazenado em um volume do reservatório 5 disposto após a válvula redutora de pressão 4. O volume do reservatório 5 também pode simplesmente estar em um condutor de pressão baixa entre a válvula redutora de pressão 4 e uma válvula de injeção de baixa pressão 6. Ao volume do reservatório 5 estão ligadas uma ou mais válvulas de injeção 6. Neste caso, a título de exemplo, só é mostrada uma única válvula de injeção 6. Contudo, no número predominante de máquinas de combustão interna estão previstas mais válvulas de injeção, em particular, 4 válvulas de injeção, a fim de alimentar um número correspondente de câmaras de combustão com o combustível em forma de gás.

Neste caso, a câmara de combustão 1 está representada somente de modo bem esquemático. Para dentro da câmara de combustão 1 se projeta uma vela de ignição 7, que serve para a ignição da mistura de ar e combustível introduzida na câmara de combustão 1. A condução desta mistura de ar e combustível ocorre pelo fato de que, através da válvula de injeção 6 é injetado combustível em forma de gás no tubo de aspiração 8. Através do tubo de aspiração 8 flui uma corrente de ar, que desemboca na câmara de combustão 1. Através de correspondentes válvulas de admissão e de descarga, que, neste caso, não estão representadas por motivo de clareza, a admissão da mistura de ar e combustível na câmara de combustão 1 é controlada. Através de uma faísca de ignição na vela 7, então, a mistura de ar e combustível na câmara de combustão 1 é queimada e, através de um êmbolo, não representado, neste caso, é transformado em um movimento. Após a combustão, o produto da combustão é transportado para fora da

câmara de combustão 1 através de um tubo de gás de exaustão 9. Neste caso, se trata de uma máquina de combustão interna Otto normal, como, em geral, é conhecida do especialista, em particular, para gasolina ou diesel, mas do mesmo modo, também, para uma operação com gás.

5 Além disso, ainda está prevista uma válvula de injeção 20, que desemboca diretamente na câmara de combustão 1. Esta válvula de injeção 20 está prevista para a injeção de um combustível líquido, em particular, gasolina ou diesel. Naturalmente, uma injeção de combustível líquido é possível, do mesmo modo, no tubo de aspiração 8. Neste caso, por motivos de
10 clareza, e uma vez que eles não são significativos para o entendimento da invenção, o correspondente tanque, os condutores e as bombas para o combustível líquido não estão representados. Além disso, na figura 1 está mostrado um dispositivo para o controle da máquina de combustão interna, isto é, um aparelho de controle 10, que está ligado com vários componentes
15 da máquina de combustão interna através de uma multiplicidade de condutores de ligação 11. Através de ordens de controle correspondentes para os condutores de ligação 11 é comandada, por exemplo, a válvula de injeção 6 e a válvula de injeção 20, a fim de, injetar uma quantidade definida de combustível em forma de gás no tubo de aspiração 8, ou uma quantidade cor-
20 respondente de combustível líquido na câmara de combustão 1. Naturalmente uma injeção de combustível líquido é, do mesmo modo, possível no tubo de aspiração 8. Neste caso, a vela de ignição 7 é controlada diretamente pelo aparelho de controle 10 o que deve ser entendido somente de modo simbólico. Para a produção de uma alta tensão, a maioria dos sistemas re-
25 ais apresenta uma bobina de ignição disposta externamente ao aparelho de controle 10, que é controlada pelo aparelho de controle e que, então, produz um correspondente sinal de alta tensão para a vela de ignição 7. Além disso, também é mostrado um condutor de controle 11, com o qual o aparelho de controle 10 controla a válvula redutora de pressão 4. Isto é, então, impor-
30 tante, se, através da válvula redutora de pressão 4 puderem ser realizadas pressões de saída distintas. Através do condutor de controle 11 é ajustada, então, pelo aparelho de controle 10 uma correspondente pressão de saída

da válvula redutora de pressão 4. Contudo, para a operação de máquinas de combustão interna também são usadas válvulas redutoras de pressão 4 que estão ajustadas a uma pressão de saída fixa e que, então, também não necessitam de nenhum condutor de ligação 11 entre o aparelho de controle 5 10 e a válvula redutora de pressão 4.

Além disso, também está previsto um sensor de pressão 13, que mede a pressão no volume do reservatório 5. O sensor de pressão 13 está, do mesmo modo, ligado com o aparelho de controle 10 através de um condutor de ligação 11. O aparelho de controle 10 tem, com isto, uma informação sobre a pressão no volume do reservatório 5.

Através da válvula redutora de pressão 4, durante a operação contínua da máquina de combustão interna com o combustível em forma de gás, a pressão no volume do reservatório 5 é ajustada para uma pressão de 0,5 a 0,8 MPa. Nesta faixa de pressão no volume do reservatório 5 também 15 está projetada a válvula de injeção de baixa pressão 6. A válvula de injeção de baixa pressão 6 está projetada, de tal modo que, no estado não controlado ela está vedada e, com isto, no estado parado da máquina de combustão interna, não pode escapar nenhum gás através da válvula de injeção de baixa pressão 6 para o tubo de aspiração 8. A válvula redutora de pressão 4 20 não é executada de tal modo que, possa ocorrer um refluxo do volume do reservatório 5 para o condutor de alta pressão 3, isto significa que, uma vez formada uma pressão no volume do reservatório 5 só pode ser eliminada por meio da abertura da válvula de injeção de baixa pressão 6. Durante a operação contínua da máquina de combustão interna com o combustível em 25 forma de gás é fornecida a quantidade exata de gás, através da válvula redutora de pressão 4, pelo condutor de alta pressão 3 para o volume do reservatório 5, a fim de, manter a pressão desejada entre 0,5 e 0,8 MPa.

Contudo, são problemáticas as relações de pressão no volume do reservatório 5 quando a máquina de combustão interna não é operada 30 com o combustível em forma de gás e sim com o combustível líquido. Neste estado de operação a válvula de injeção de baixa pressão 6 está fechada, de tal modo que, uma pressão incluída no volume do reservatório 5 não é

reduzida através de injeções da válvula de injeção de baixa pressão 6. A válvula de injeção de baixa pressão 6 é projetada, a fim de injetar uma pressão baixa na ordem de grandeza de 0,5 e 0,8 MPa. Quando a pressão no volume do reservatório 5 aumenta para um valor consideravelmente maior, então, após a ultrapassagem de um certo limite, a válvula de injeção de baixa pressão 6 não poderá mais ser aberta com o impulso de controle colocado à disposição pelo aparelho de controle 10. Portanto, se, durante a operação contínua da máquina de combustão interna, surgir uma pressão muito alta no volume do reservatório 5, a válvula de injeção de baixa pressão 6 não pode ser mais aberta e uma operação com o combustível em forma de gás não é mais possível.

Uma pressão muito alta deste tipo no volume do reservatório 5 poderá surgir, por exemplo, se for dada a partida da máquina de combustão interna em temperaturas baixas e, então, se for operado até um estado de operação aquecido exclusivamente com o combustível líquido. Por meio desta operação a temperatura do motor sobe e, com isto, também a temperatura dos componentes dispostos nas imediações do ambiente do motor, por exemplo, também do volume do reservatório 5. Se, por exemplo, no estado frio, no volume do reservatório existir uma pressão de 0,8 MPa, então, com uma temperatura ambiente de 120° C, a pressão no volume do reservatório 5 sobe para 1,3 MPa. Uma vez que, contudo, a válvula de injeção de baixa pressão 6 está projetada somente para uma pressão máxima possível de 1,0 MPa, então, com a pressão de 1,3 MPa a válvula de injeção de baixa pressão 6 não pode ser mais aberta com a tensão de bordo de 12 V normalmente disponível em um veículo automotor. Um outro motivo de aumentos de pressão altos não permitidos no volume do reservatório 5 pode ser um certo vazamento da válvula redutora de pressão 4 que, durante a operação normal, não é problemático, uma vez que, através de injeções da válvula de injeção de baixa pressão 6 a pressão é reduzida. Se contudo, ao longo de um período de tempo maior, for usado somente combustível líquido, então também vazamentos pequenos da válvula redutora de pressão 4 poderão levar a um considerável aumento da pressão no volume do reservatório

5.

De acordo com a invenção, durante uma operação da máquina de combustão interna com combustível líquido, é, então, sugerido supervisionar a pressão no volume do reservatório 5 e garantir, através de injeções do combustível em forma de gás, que a pressão no volume do reservatório 5 não se eleve acima de um valor de comparação ou de um valor limite. Do modo mais simples isto ocorre através da avaliação regular do sinal do sensor de pressão 13. Se, durante a operação contínua da máquina de combustão interna com combustível líquido for constatado que, a pressão no volume do reservatório 5 se eleva muito, então a pressão é reduzida por meio da abertura da válvula de injeção de baixa pressão 6.

A redução da pressão de uma pressão elevada não permitida no volume do reservatório 5 pode ocorrer, por exemplo, pelo fato de que, durante um período de tempo curto, uma operação seja forçada com o combustível em forma de gás. Isto significa que, a operação com o combustível líquido é interrompida e, durante um breve período de tempo, é promovida uma operação com o combustível em forma de gás.

Uma outra possibilidade para a redução da pressão no volume do reservatório 5 consiste no fato de permitir uma operação simultânea com o combustível líquido e em forma de gás. Isto pode ocorrer, por exemplo, pelo fato de que, como combustível preponderante seja usado o combustível líquido e sejam injetadas somente pequenas quantidades de combustível em forma de gás. Seria, por exemplo, típico que, a quantidade de combustível líquido seja reduzida em torno de 10 ou 20% e o resto da potência a ser fornecida pela máquina de combustão interna 1 ocorra através do combustível em forma de gás. Uma vez que, conforme o volume do reservatório, somente precisam ser injetadas quantidades reduzidas exatas de combustível em forma de gás, a fim de reduzir consideravelmente a pressão do volume do reservatório 5, também através deste tipo de operação a pressão no volume do reservatório 5 é reduzida bem rapidamente. A vantagem deste tipo de operação mista é que a mudança completa está parcialmente ligada com oscilações de potência da máquina de combustão interna 1. No caso de

uma troca completa do combustível de líquido para gás e de novo para líquido, para o usuário da máquina de combustão interna, por exemplo, em um veículo automotor sob alta carga do motor, existiriam curtas interrupções de potência da máquina de combustão interna, e poderiam ser perfeitamente percebidas. Devido a operação dupla com os dois combustíveis, sendo
5 que, o combustível em forma de gás é de somente uma pequena parte, estas oscilações de potência da máquina de combustão interna podem ser consideravelmente evitadas.

De modo alternativo a determinação da pressão no volume do
10 reservatório 5 também pode ocorrer através de uma simples consideração da temperatura. Este caso é particularmente significativo em uma partida a frio da máquina de combustão interna com o combustível líquido. Para isto, no início da operação com o combustível líquido é determinada a temperatura do volume do reservatório 5, e é calculada a elevação da pressão no vo-
15 lume do reservatório 5 que resulta através de uma elevação da temperatura do volume do reservatório 5. Para isto não é absolutamente necessário um sensor de temperatura, que esteja coordenado diretamente ao volume do reservatório 5, porém o aquecimento do volume do reservatório 5 também pode ser determinado com um modelo a partir da temperatura da máquina
20 de combustão interna 1. Partindo da temperatura da máquina de combustão interna 1, da velocidade do veículo e do resfriamento dos gases através do efeito de Joule e Thompson, pode ser calculada uma presumível temperatura do volume do reservatório 5 que, então, serve de base para um cálculo da pressão no volume do reservatório 5. Esta forma de procedimento não
25 exige nenhum sensor de pressão 13 que mede a pressão no volume do reservatório 5.

Além disso, a redução da pressão pode ocorrer para uma pressão teórica, dependente do ponto de operação, para que, no caso de um eventual desligamento que se segue e uma nova partida do motor na opera-
30 ção com gás, não surjam problemas de partida. Em particular, em veículos automotores, em certos estados de operação como, por exemplo, na partida do motor, a tensão disponível pode estar reduzida, uma vez que a oferta de

tensão de uma bateria sob alta carga elétrica pode ser consideravelmente reduzida em relação a uma operação normal. Pelo aparelho de controle 10 é produzido um sinal de controle correspondente para o acionamento da válvula de injeção de baixa pressão 6. A fim de alcançar um bom comportamento de ligação da válvula de injeção 6, neste caso, normalmente é empregada a máxima tensão que geralmente está disponível em um veículo automotor, mesmo a tensão da bateria. Quando, em virtude de uma tensão da bateria reduzida, a força de abertura, que pode ser aplicada pela válvula de injeção de baixa pressão 6, está reduzida, então, pequenos valores limites da pressão no volume do reservatório 5 já exigem uma redução da pressão no volume do reservatório 5. O valor de comparação, a partir do qual é necessária uma redução de pressão, da pressão no volume do reservatório 5, por isto, deveria ser escolhido em função da pressão teórica dependente do ponto de operação. Neste contexto, em um veículo automotor deve ser observada, em particular, uma oferta de tensão pequena de uma bateria do veículo, como acontece tipicamente durante a partida do motor.

Na figura 2 está representado um outro exemplo de execução da invenção. Por outro lado, neste exemplo de execução são mostrados uma máquina de combustão interna e um aparelho de controle 10. Com os números de referência 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13 e 20 são caracterizados de novo os mesmos objetos que também exercem as mesmas funções que na figura 1. Contudo, em contraste com a figura 1, o aparelho de controle 10 não apresenta respectivamente um condutor de ligação à válvula de injeção de baixa pressão 6 e à válvula de injeção 20, porém somente um condutor 31 comum. Um sinal de controle produzido no condutor 31 comum é conduzido opcionalmente, através de um relé 21, ou à válvula de injeção de baixa pressão 6 ou à válvula de injeção 20 para o combustível líquido. Esta montagem tem a vantagem que, no aparelho de controle 10 só precisa estar previsto um estágio final para o controle de válvulas de injeção e, com isto, é economizada uma necessidade de espaço relativamente grande de um estágio final. O controle do relé 21 pode ocorrer através de um simples condutor de controle, que não precisa ser controlado por um

estágio final de potência (não representado no desenho). No caso de uma montagem deste tipo, na qual, para as diversas válvulas de injeção está previsto somente um estágio final comum, naturalmente não é possível uma operação de injeção simultânea com os dois combustíveis. No caso desta

5 montagem, uma redução da pressão no volume do reservatório 5 só pode ocorrer através de uma mudança "dura", isto é, uma mudança completa da operação com o combustível líquido para uma operação com o combustível em forma de gás.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo (10) para o controle de uma máquina de combustão interna (1) que, de modo opcional, pode ser operada com um combustível líquido e com um combustível em forma de gás, sendo que, para o combustível em forma de gás estão previstos um tanque de alta pressão (2), uma válvula redutora de pressão (4) e uma válvula de injeção de baixa pressão (6), caracterizado pelo fato de que, estão previstos meios de supervisão que, durante uma operação da máquina de combustão interna (1) com o combustível líquido, avaliam de modo regular uma pressão antes da válvula de injeção de baixa pressão (6) e reconhecem um aumento de pressão, acima de um valor limite e, então, para a redução da pressão, providenciam uma injeção do combustível em forma de gás através da válvula de injeção de baixa pressão (6).

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, os meios de supervisão avaliam o sinal de um sensor de pressão (13), que está disposto entre a válvula redutora de pressão (4) e a válvula de injeção de baixa pressão (6).

3. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, durante a operação com o combustível líquido, os meios de supervisão calculam uma pressão antes da válvula de injeção de baixa pressão (6), a partir de uma elevação da temperatura do volume do reservatório (10).

4. Dispositivo de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que, a elevação da temperatura do volume do reservatório (10) durante a operação com o combustível líquido é calculada a partir de um modelo.

5. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que, para a redução da pressão, os meios de supervisão providenciam uma mudança da operação com o combustível líquido para a operação com o combustível em forma de gás.

6. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de que, para a redução da pressão, os meios de su-

pervisão providenciam uma operação simultânea com o combustível líquido e com o combustível em forma de gás.

7. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que, os meios de supervisão escolhem o valor limite em função de uma pressão teórica do volume do reservatório (10) dependente do ponto de operação.

8. Processo para o controle de uma máquina de combustão interna (1) que, de modo opcional, pode ser operada com um combustível líquido e com um combustível em forma de gás, sendo que, para o combustível em forma de gás estão previstos um tanque de alta pressão (2), uma válvula redutora de pressão (4) e uma válvula de injeção de baixa pressão (6), caracterizado pelo fato de que, durante uma operação da máquina de combustão interna (1) com o combustível líquido, é reconhecido um aumento de pressão acima de um valor limite, antes da válvula de injeção de baixa pressão (6) e para a redução da pressão é providenciada uma injeção do combustível em forma de gás.

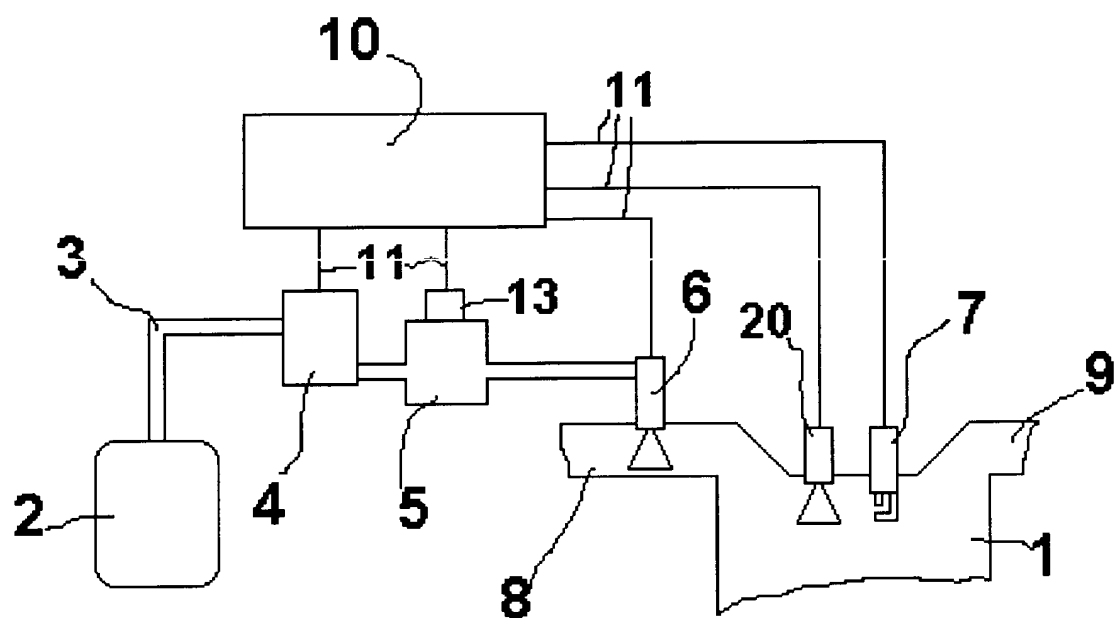


Fig. 1

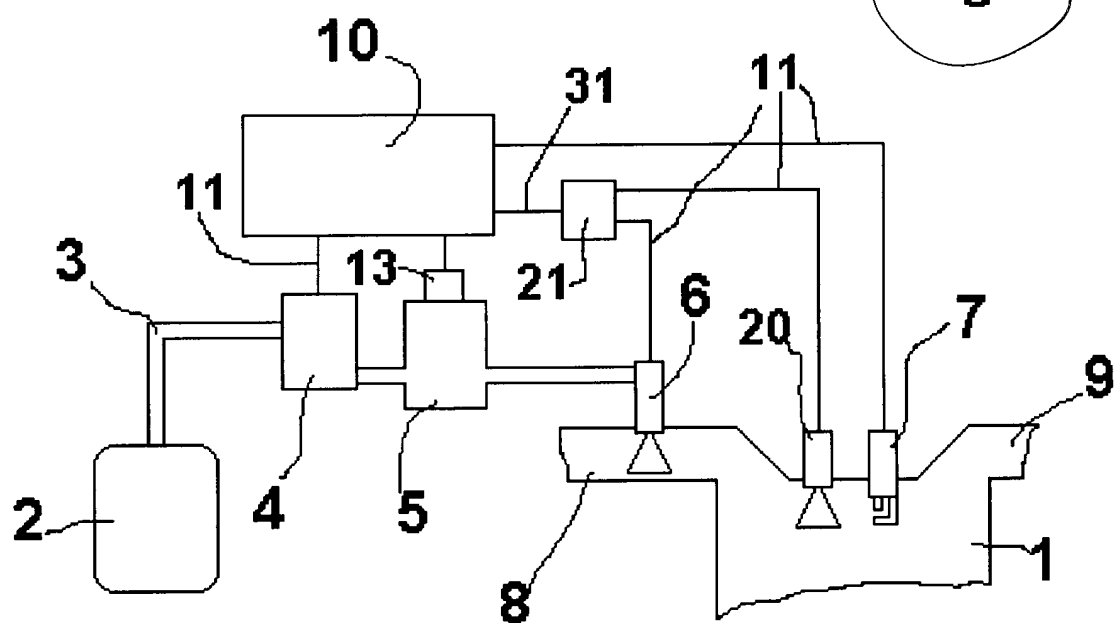


Fig. 2

RESUMO

Patente de Invenção: "**DISPOSITIVO E PROCESSO PARA O CONTROLE DE UMA MÁQUINA DE COMBUSTÃO INTERNA**".

A presente invenção refere-se a um dispositivo e a um processo
5 para o controle de uma máquina de combustão interna (1) que, de modo
opcional, pode ser operada com um combustível líquido ou com um com-
bustível em forma de gás. Para o combustível em forma de gás estão previs-
tas uma válvula redutora de pressão (4) e uma válvula de injeção de baixa
pressão (6). Além disso, estão previstos meios de supervisão que, durante
10 uma operação da máquina de combustão interna com o combustível líquido,
reconhecem um aumento de pressão acima de um valor limite, em antes da
válvula de injeção de baixa pressão (6), e para a redução da pressão provi-
denciam uma injeção do combustível em forma de gás.