



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

(11) PI 0911277-4 B1



(22) Data do Depósito: 09/02/2009

(45) Data de Concessão: 22/12/2020

(54) Título: MÉTODO DE MONITORAMENTO DA EFICIÊNCIA DE UM INJETOR DOSADOR QUE É CONFIGURADO E DISPOSTO PARA INJETAR UM FLUIDO DE GÁS DE ESCAPAMENTO E SISTEMA DOSADOR

(51) Int.Cl.: F01N 3/18; F01N 11/00; F01N 9/00; F02M 57/00.

(30) Prioridade Unionista: 01/04/2008 US 12/060,507; 08/09/2008 US 12/206,088.

(73) Titular(es): CUMMINS FILTRATION IP, INC..

(72) Inventor(es): JAVIER FRANCO; THOMAS A. GRANA; DANIEL D. WILHELM; XIAO LIN.

(86) Pedido PCT: PCT US2009033529 de 09/02/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/145933 de 03/12/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 01/10/2010

(57) Resumo: MONITORAMENTO DE EFICIÊNCIA DE DOSADOR EM TEMPO REAL. A presente invenção se refere a um método de diferença de pressão média em tempo real para monitoramento de eficiência de dosador é descrito, o qual determina a diferença entre a pressão média quando o dosador não está injetando e a pressão média quando o dosador está injetando em uma taxa de injeção comandada predeterminada. O método de diferença de pressão média resulta em um monitoramento aprimorado de eficiência do dosador. O método pode ser implementado em uma série de áreas. Por exemplo, em uma aplicação de caminhão a diesel, a eficiência do dosador pode ser monitorada precisamente em tempo real.

"MÉTODO DE MONITORAMENTO DA EFICIÊNCIA DE UM INJETOR DOSADOR QUE É CONFIGURADO E DISPOSTO PARA INJETAR UM FLUIDO DE GÁS DE ESCAPAMENTO E SISTEMA DOSADOR"

Informação de Prioridade

[0001] O presente pedido está sendo depositado como Pedido de Patente Internacional PCT em nome da Cummins Filtration IP Inc. e reivindica o benefício de prioridade do Pedido US Número 12/060507, depositado em 1 de Abril de 2008, intitulado "REAL-TIME DOSER EFFICIENCY MONITORING" e do Pedido US Número de Série 12/206088, depositado em 8 de Setembro de 2008, e intitulado "REAL TIME DOSER EFFICIENCY MONITORING", ambos os quais são aqui incorporados por referência em sua íntegra.

Campo da Invenção

[0002] A presente invenção se refere a um sistema de pós-tratamento de gás de escapamento e um sistema dosador usado com o sistema pós-tratamento para injetar um agente de dosagem no gás de escapamento no sistema de pós-tratamento.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[0003] O uso de um sistema de pós-tratamento para tratar o gás de escapamento antes que o gás de escapamento seja lançado à atmosfera é conhecido. Um sistema de pós-tratamento conhecido usa um dispositivo catalisador de oxidação de diesel (Diesel Oxidation Catalyst - DOC) que se destina a reagir com o gás de escapamento para converter óxido nítrico em dióxido de nitrogênio. No caso de escapamento de diesel, um filtro de particulado de diesel (Diesel Particulate Filter - DPF) também pode ser fornecido

a jusante do DOC para remover fisicamente a fuligem ou matéria em partículas do fluxo de escapamento.

[0004] Quando as temperaturas do gás de escapamento são suficientemente altas, fuligem é continuamente removida do DPF mediante oxidação da fuligem. Quando a temperatura do gás de escapamento não é suficientemente alta, regeneração ativa é usada. No caso de escapamento de um motor a diesel, uma forma de regeneração ativa ocorre mediante injeção de combustível no gás de escapamento a montante do DOC. A reação química resultante entre o combustível e o DOC eleva a temperatura do gás de escapamento alto o suficiente para oxidar a fuligem no DPF.

[0005] Um sistema dosador que inclui um injetor dosador é usado para injetar o combustível no gás de escapamento. A deterioração do injetor dosador pode ocorrer durante sua vida útil, por exemplo, em virtude de carbonização da ponta do dosador ou uma redução de curso do dosador. Acredita-se que a deterioração do dosador seja um dos modos mais freqüentes de falha em sistemas de pós-tratamento. Um método de monitoramento do dosador conhecido que tenta determinar a eficiência do injetor dosador capta a diferença de temperatura através do DOC. Contudo, a eficácia desse método é diminuída pela deterioração do DOC, a qual não pode ser independentemente monitorada.

Sumário da Invenção

[0006] Métodos de monitoramento de eficiência de dosador em tempo real aprimorados são descritos como podendo ser usados para monitorar a eficiência de sistemas dosadores. Os métodos revelados podem ser implementados em

uma série de áreas. Por exemplo, em uma aplicação de caminhão a diesel, a eficiência do dosador pode ser monitorada todo o tempo, não importando se o caminhão está em um estado transitório ou estado estacionário.

[0007] Em uma modalidade revelada, a qual será referida aqui como o método de diferença de pressão média, a eficiência de um injetor dosador que é configurado e disposto para injetar um fluido, tal como um agente de dosagem, em um gás de escapamento, é monitorado mediante determinação de uma pressão média do fluido quando o injetor dosador não está injetando e determinação de uma pressão média do fluido quando o injetor dosador está injetando em uma taxa de injeção comandada predeterminada. A diferença entre a pressão média quando o injetor dosador não está injetando e a pressão média quando o injetor dosador está injetando é, então, determinada. Em seguida, a diferença de pressão determinada é comparada frente a uma diferença de pressão esperada predeterminada. A pressão média quando de injeção pode ser determinada em uma frequência de dosagem adequada, por exemplo, 10 Hz.

[0008] O fluido que é injetado pode ser um agente de dosagem adequado incluindo, mas não limitado a, combustíveis de hidrocarboneto, tal como combustível diesel, álcoois, uréia, amônia, gás natural e outros agentes adequados para uso em pós-tratamento de gases de escapamento. Contudo, os conceitos inventivos do método de diferença de pressão média não estão limitados a esses tipos de agentes de dosagem. O método de diferença de

pressão média é também útil quando ar é o fluido de trabalho injetado.

[0009] Em outra modalidade revelada, a qual será referida aqui como o método de diferença de pressão instantânea média, um método de monitoramento de eficiência de dosador é descrito o qual determina a diferença de pressão instantânea média, definida como a pressão média enquanto o dosador está desativado menos a pressão média enquanto o dosador está ativado, dentro de um ciclo de trabalho do injetor dosador. Nesse método, a eficiência pode ser monitorada mediante determinação da diferença de pressão instantânea média do agente de dosagem através de um orifício, tal como dentro de um conjunto de válvula de interrupção, dentro de um ciclo de trabalho do injetor dosador. O injetor dosador é, preferivelmente, controlado através de modulação por largura de pulso.

[00010] As reivindicações 1 e 8 mencionam o monitoramento da eficiência de um injetor dosador usando o método de diferença de pressão média ou o método de diferença de pressão instantânea média. Considera-se que as reivindicações 1 e 8 poderiam mencionar apenas o método de diferença de pressão média sem mencionar o método de diferença de pressão instantânea média. Da mesma forma, considera-se que as reivindicações 1 e 8 poderiam mencionar apenas o método de diferença de pressão instantânea média sem mencionar o método de diferença de pressão média.

[00011] A diferença de pressão instantânea média é a queda máxima de pressão de modo a ter uma melhor proporção de sinal para ruído comparado com o método de diferença de

pressão média e é independente do comando de dosagem. O método de diferença de pressão instantânea média também é mais preciso, por exemplo, dentro de um erro de 5%.

[00012] Os métodos de monitoramento de eficiência de dosador em tempo real podem ser implementados por um sistema dosador que compreende um injetor dosador que é configurado e disposto para injetar um agente de dosagem no gás de escapamento, um duto de fornecimento de agente de dosagem conectado ao injetor dosador e um conjunto de válvula de interrupção de agente de dosagem conectado ao duto de fornecimento que é configurado e disposto para controlar o fluxo do agente de dosagem no duto de fornecimento e para o injetor dosador. O conjunto de válvula inclui um sensor de pressão para detecção da pressão de agente de dosagem no conjunto de válvula. Um controlador pode ser usado para monitorar a eficiência do injetor dosador.

[00013] Os métodos revelados podem terminar o monitoramento dentro de uma fração de segundos, o que funciona bem durante operações transitórias do motor e dosagem. Os métodos revelados também têm uma precisão aumentada quando comparados com os métodos anteriores. Os métodos revelados também são independentes do desempenho, por exemplo, degradação, dos componentes de pós-tratamento individuais, assim como o presente método de monitoramento de eficiência baseado na temperatura.

[00014] Os métodos revelados permitem conformidade com o requisito de diagnóstico on-board para o ano de 2010, o qual requer monitoramento independente para cada

componente de pós-tratamento. Além disso, a maior eficiência obtida pelos métodos revelados reduz a injeção de combustível em excesso, denominada deslizamento de hidrocarboneto, desse modo, impedindo a violação das regulamentações sobre emissão de hidrocarboneto. Ainda, a ocorrência de detecção de falsos dosadores "ruins" é reduzida, desse modo, reduzindo os custos com garantia de substituição do dosador.

Breve Descrição dos Desenhos

[00015] A Figura 1 ilustra um sistema dosador exemplificativo que pode implementar os métodos de monitoramento de eficiência de dosador em tempo real descritos aqui.

[00016] A Figura 2 ilustra o conjunto de válvula de interrupção do sistema na Figura 1.

[00017] A Figura 3 é uma vista detalhada da porção na caixa 3 da Figura 2 ilustrando o orifício de desbaste no conjunto de válvula de corte.

[00018] A Figura 4 representa uma leitura de pressão para uso com o método de diferença de pressão instantânea média durante um período de ciclo do injetor dosador.

[00019] A Figura 5 é um gráfico da pressão de agente de dosagem versus o tempo em diferentes taxas de dosagem para uso com o método de diferença de pressão instantânea média.

[00020] A Figura 6 é um gráfico da eficiência do dosador versus a diferença de pressão instantânea para 6 injetores dosadores com diferentes níveis de deterioração

para uso com o método de diferença de pressão instantânea média.

[00021] A Figura 7 é um gráfico da pressão de agente de dosagem e taxa de dosagem versus o tempo.

[00022] A Figura 8 representa o método de diferença de pressão instantânea média durante um período de ciclo do injetor dosador.

[00023] As Figuras 9A a 9C são gráficos referentes ao método de diferença de pressão média de monitoramento de eficiência do dosador.

[00024] A Figura 10 representa o método de diferença de pressão média.

[00025] A Figura 11 é um gráfico da queda de pressão esperada versus a taxa de dosagem para uso com o método de diferença de pressão média abrangido nas Figuras 9a a 9C.

Descrição Detalhada da Invenção

[00026] Com referência à Figura 1, um sistema dosador 10 para um sistema de pós-tratamento de gás de escapamento é ilustrado. Para fins de conveniência na descrição de conceitos únicos, a presente descrição descreverá o sistema dosador 10 como sendo um sistema dosador de hidrocarboneto para um motor a combustível diesel que injeta combustível diesel em gás de escapamento do motor. Contudo, deve ser observado que os conceitos únicos descritos aqui podem ser aplicados a outros sistemas dosadores que injetam outros tipos de agentes de dosagem.

[00027] A configuração básica e operação do sistema dosador 10 e do sistema de pós-tratamento são bem conhecidas por aqueles versados na técnica. O sistema

dosador 10 inclui um injetor dosador 12 que é conectado a um tubo de conexão de gás de escapamento 14 conectado ao escapamento de um motor (não ilustrado). Como parte do sistema de pós-tratamento, gases de escapamento no tubo de conexão 14 fluem para um dispositivo catalisador de oxidação de diesel (DOC) que se destina a reagir com o gás de escapamento para converter óxido nítrico em dióxido de nitrogênio. Um filtro de diesel particulado (DPF) é fornecido a jusante do DOC para remover fuligem ou matéria particulada do fluxo de escapamento.

[00028] O injetor dosador 12 é configurado e disposto para injetar um agente de dosagem o qual, nessa modalidade exemplificativa, é combustível diesel, no gás de escapamento no tubo 14 para aumentar a temperatura do DOC. O combustível é fornecido através de um duto de fornecimento de combustível 16. Um conjunto de válvula de corte 18 é conectado ao duto de fornecimento 16 e é configurado e disposto para controlar o fluxo de combustível no duto de fornecimento 16 e para o injetor dosador 12.

[00029] Detalhes do conjunto de válvula de corte 18 são ilustrados nas figuras 2 e 3. O conjunto 18 inclui um orifício de entrada de combustível 20, um orifício de saída de combustível 22 conectado ao duto de fornecimento 16 e um orifício de drenagem 24. Um sensor de pressão 26 conectado ao conjunto de válvula 18 capta a pressão do combustível no conjunto 18. Um orifício de desbaste 28 é fornecido para manter a pressão do combustível no conjunto 18 mais

estável. A construção e operação do conjunto de válvula 18 ilustrado nas Figuras 2 e 3 são convencionais.

[00030] Retornando à Figura 1, um controlador 30 é conectado ao sensor de pressão 26 e recebe leituras de pressão do mesmo. O controlador 30 monitora a eficiência do injetor dosador 12, em uma modalidade, mediante determinação da diferença de pressão instantânea média do combustível no conjunto de válvula de corte 18 dentro de um ciclo de trabalho do injetor dosador, o qual é controlado através de modulação por largura de pulso (Pulse-Width Modulation - PWM). O controlador 30, o qual pode ser um módulo de controle eletrônico (Electronic Control Module - ECM), pode também controlar o sistema de pós-tratamento. O injetor dosador 12 é controlado por um controlador PWM distinto 32.

[00031] O método de diferença de pressão instantânea média para monitoramento de eficiência do dosador será agora descrito com relação às Figuras 4 a 7, junto com as Figuras 1 a 3. A taxa de dosagem de combustível é controlada pelo ciclo de trabalho do controlador PWM. A Figura 4 mostra um período de ciclo T de pressão do dosador, com $P_{\text{desativado}}$ e P_{ativado} sendo a pressão do combustível medida pelo sensor de pressão 26 quando o injetor dosador está desativado e ativado, respectivamente. Todas as referências à pressão aqui e às pressões mostradas nas Figuras 5 a 7 são a pressão do combustível medida pelo sensor de pressão 26 no conjunto de válvula 18. $P_{\text{média}}$ é a pressão média quando o dosador injeta combustível nesse ciclo de trabalho, calculada como segue:

$$P_{\text{média}} = \frac{P_{\text{ativado}} \cdot T_{\text{ativado}} + P_{\text{desativado}} \cdot (T - T_{\text{ativado}})}{T} \quad (\text{Eq.1})$$

$$= P_{\text{ativado}} \cdot R_{\text{DC}} + P_{\text{desativado}} \cdot (1 - R_{\text{DC}})$$

Onde $R_{\text{DC}} = \frac{T_{\text{ativado}}}{T}$ Proporção de ciclo de trabalho

T

[00032] A diferença de pressão média, $\Delta P_{\text{média}}$, pode ser calculada como segue:

$$\Delta P_{\text{média}} = P_{\text{desativado}} - P_{\text{média}} \quad (\text{Eq. 2})$$

2)

$$= P_{\text{desativado}} - P_{\text{ativado}} \cdot R_{\text{DC}} - P_{\text{desativado}} \cdot (1 - R_{\text{DC}})$$

$$= (P_{\text{desativado}} - P_{\text{ativado}}) \cdot R_{\text{DC}}$$

$$= \Delta P_{\text{ins}} \cdot R_{\text{DC}}$$

[00033] A diferença de diferença de pressão instantânea média, ΔP_{ins} , é a diferença de pressão média por um fator de ciclo de trabalho. A diferença de pressão instantânea média é substancialmente dependente da taxa de dosagem. Isso é evidente a partir da Figura 5, a qual representa um gráfico da pressão de agente de dosagem versus o tempo em diferentes taxas de dosagem. A partir da Figura 5, pode ser observado que a diferença de pressão (isto é, a diferença entre a pressão máxima $P_{\text{desativado}}$ e a pressão mínima P_{ativado}) permanece substancialmente constante mesmo com alterações da taxa de dosagem.

[00034] A Figura 6 é um gráfico da eficiência do dosador versus a diferença de pressão instantânea média para 6 injetores dosadores com diferentes níveis de deterioração. A partir desse gráfico, pode ser determinado

que, sob as condições apresentadas (por exemplo, em uma pressão de fornecimento de cerca de 1200 kPa) no gráfico, uma variação de 10 kPa na diferença de pressão instantânea significa um erro de eficiência do dosador de aproximadamente 3,1%.

[00035] A Figura 7 é um gráfico representando diversas medições de pressão quando a taxa de dose de combustível muda de cerca de 1,4 g/s para cerca de 0,8 g/s dentro de 2,2 segundos em uma pressão de fornecimento de cerca de 1950 kPa. O gráfico plota as leituras de pressão instantânea individuais 40 versus o tempo, a pressão média 42 versus o tempo, a pressão instantânea média 44 versus o tempo e a taxa de dose 46 versus o tempo.

[00036] A Figura 8 representa o método de diferença de pressão instantânea média, onde a pressão média enquanto o dosador está desativado e a pressão média enquanto o dosador está ativado durante um ciclo de trabalho são ilustradas. T_1 é o tempo de retardo inicial para evitar excesso de sinal, enquanto que T_2 é o tempo de armazenamento para evitar dados de tempo de descida.

[00037] No método de diferença de pressão instantânea média descrito aqui, contar com a diferença de pressão instantânea média dentro de um ciclo único de trabalho elimina o erro de ciclo de trabalho. Além disso, o método de diferença de pressão instantânea média conta com uma faixa relativamente grande de diferença de pressão instantânea, mostrada na Figura 7 como cerca de 256 kPa, durante o ciclo único de trabalho. Isso ajuda a minimizar o impacto de variações da pressão sobre a eficiência do

dosador. A partir da Figura 7, a pressão instantânea média 44 enquanto o dosador está desativado se mantém relativamente constante em torno de 1950 kPa, a qual presume-se que seja a pressão de fornecimento. A variação na diferença de pressão instantânea enquanto o injetor dosador está ativado varia em cerca de 10 kPa. Admitindo que o dosador usado na Figura 7 é um dosador 100% eficiente e admitindo que um dosador com eficiência de 100% em uma pressão de fornecimento de 1950 kPa tem uma diferença de pressão instantânea de 256 kPa, então, o erro de eficiência do dosador pode ser determinado tomando-se a variação na diferença de pressão instantânea, 10 kPa, e dividindo pela faixa de diferença de pressão de 256 kPa. O erro de eficiência do dosador para o método de diferença de pressão instantânea média é, assim, cerca de 3,9%.

[00038] O método de diferença de pressão média para monitoramento de eficiência do dosador é ilustrado nas Figuras 9a a 9C, 10 e 11, junto com a Figura 7. Esse método compara a queda de pressão real com uma queda de pressão esperada em uma taxa de comando de dosagem predeterminada. A queda de pressão é a diferença entre a pressão média quando o injetor dosador não está injetando e a pressão média quando o injetor dosador está injetando na taxa de dosagem comandada predeterminada.

[00039] Com referência às Figuras 9a a 9C, a pressão de fornecimento, frequência de dosagem e taxa de dosagem, respectivamente, são plotadas contra o tempo. A queda de pressão é definida como a diferença entre a pressão média quando o dosador não está dosando ou injetando, por

exemplo, no ponto 1 e a pressão média quando o dosador está dosando ou injetando em uma taxa de dosagem comandada predeterminada, por exemplo, no ponto 2. Isso é representado pela equação a seguir:

$$\Delta P = P_1 - P_2 \quad (\text{Eq. 3})$$

3)

@ D_{\max} taxa de dosagem máxima

[00040] As leituras de pressão podem ser tomadas em qualquer local que se verifica ser adequado para obtenção de leituras de pressão. Por exemplo, a pressão enquanto o dosador não está dosando e a taxa de dosagem igual a zero podem ser medidas a montante do conjunto de válvula 18 na Figura 1 em um coletor de filtro de combustível, enquanto que a pressão quando o dosador está dosando em uma taxa de dosagem comandada predeterminada pode ser medida no conjunto de válvula 18 com o sensor de pressão 26. A pressão média quando o dosador está dosando é, então, calculada baseada na frequência de dosagem. A queda de pressão é, preferivelmente, determinada na maior taxa de dosagem, a qual fornece a maior resolução e, assim, melhor precisão.

[00041] No exemplo ilustrado nas Figuras 9a a 9c, P_1 é cerca de 1260 kPa e P_2 é cerca de 1125 kPa, de modo que ΔP é cerca de 135 kPa em uma taxa de dosagem comandada de 3,5 g/seg e uma frequência de dosagem de 2,5 Hz.

[00042] A Figura 10 representa o método de diferença de pressão média, onde a pressão média enquanto o dosador não está dosando e a pressão média enquanto a pressão está

sendo dosanda na taxa de dosagem predeterminada são mostradas.

[00043] A Figura 11 é um gráfico que plota a queda de pressão de combustível esperada versus a taxa de dosagem real. Descobriu-se que a variabilidade de queda de pressão versus a taxa de dosagem diminui à medida que a frequência de dosagem aumenta. Portanto, o gráfico na Figura 11 é tomado em uma frequência de dosagem, por exemplo, de 10 Hz. Nesse gráfico, uma curva de calibração de queda de pressão é representada, a qual representa as leituras médias de uma série de diferentes dosadores.

[00044] Uma implementação exemplificativa do método de queda de pressão será agora descrita com relação à Figura 11. Nesse exemplo, admite-se que a taxa de dosagem comandada seja de 2,5 g/seg e admite-se que, nessa taxa de dosagem comandada, a queda de pressão calculada determinada usando a equação 3 é determinada como sendo cerca de 60 kPa. Contudo, baseado na curva de calibração de queda de pressão, a queda de pressão esperada estaria entre cerca de 98 kPa. Baseado na queda de pressão determinada de cerca de 60 kPa, a taxa de dosagem real é cerca de 1,5 g/seg. Baseado nessas leituras, o percentual de deterioração do dosador pode ser calculado como segue:

$$\begin{aligned} \text{Deterioração[\%]} &= 100 \cdot [1 - (2,5 - 1,5) / 1,5] \\ &= 33 \end{aligned}$$

[00045] Os resultados do cálculo de deterioração percentual podem ser usados em uma série de formas. Por exemplo, se o percentual é alto o bastante, uma mensagem adequada pode ser fornecida, tal como acender uma

lâmpada de advertência ou fornecer uma mensagem sobre um dispositivo de display visual, para notificar um usuário quanto à deterioração do dosador para fins de monitoramento ou possível substituição do dosador. Alternativamente, o controle do dosador pode ser ajustado pela quantidade de deterioração, levando-se em conta a deterioração de modo que a taxa de dosagem correta seja obtida.

[00046] No método de diferença de pressão média, a faixa dinâmica da diferença de pressão média é a faixa dinâmica da diferença de pressão média multiplicado por um fator do ciclo de trabalho. Compare este com o método de diferença de pressão instantânea média, o qual conta com a diferença de pressão instantânea média dentro de um ciclo único de trabalho.

[00047] Embora os métodos de monitoramento aqui tenham sido descritos com relação ao combustível diesel como o agente de dosagem, os conceitos aqui descritos podem ser aplicados a outros agentes de dosagem. Por exemplo, o agente de dosagem pode ser um ou mais de outros tipos de combustíveis, incluindo combustíveis de hidrocarboneto ou outros agentes de dosagem, tais como álcoois, uréia, amônia e gás natural.

[00048] Além disso, os conceitos do método de diferença de pressão média podem ser aplicados quando ar é o fluido de trabalho, onde o ar é injetado pelo injetor dosador na corrente de gás de escapamento, tal como quando ar é usado para limpar o injetor dosador de agente de dosagem residual. Portanto, os termos "dosagem", "dosador"

e semelhantes se destinam a abranger injeção de agentes de dosagem, bem como injeção de ar.

[00049] Os métodos de monitoramento aqui descritos podem ser implementados em uma série de diferentes formas. Por exemplo, os métodos de monitoramento podem ser implementados por um software que reside em um controlador do sistema de pós-tratamento, por exemplo, no controlador 30. Alternativamente, os métodos de monitoramento revelados podem ser implementados por um hardware, tal como um circuito eletrônico no ou próximo do sensor de pressão 26.

[00050] Os conceitos aqui descritos podem ser concretizados em outras formas sem se desviar de seu espírito ou características. As modalidades descritas devem ser consideradas, em todos os aspectos, apenas como ilustrativas e não restritivas. O escopo da invenção, portanto, é indicado pelas reivindicações em anexo ao invés da descrição precedente. Todas as alterações as quais caem dentro do significado e faixa de equivalência das reivindicações devem ser consideradas como abrangidas dentro de seu escopo.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de monitoramento da eficiência de um injetor dosador que é configurado e disposto para injetar um fluido em gás de escapamento **caracterizado pelo** fato de compreender:

determinação de uma pressão média do fluido quando o injetor dosador não está injetando;

determinação da diferença de pressão média do fluido quando o injetor dosador está injetando em uma taxa de injeção comandada predeterminada do injetor dosador; e

determinação da diferença de pressão entre a pressão média do fluido quando o injetor dosador não está injetando e a pressão média do fluido quando o injetor dosador está injetando em uma taxa de injeção comandada predeterminada.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que o fluido é combustível hidrocarboneto, ar, álcool, uréia, amônia ou gás natural.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que a taxa de injeção comandada predeterminada é a taxa de injeção comandada máxima.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que determinação da pressão média quando o injetor dosador está injetando compreende determinação da pressão média em uma frequência de injeção de cerca de 10 Hz.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que ainda compreende comparar a diferença de pressão determinada contra uma diferença de pressão predeterminada esperada.

6. Método de monitoramento da eficiência de um injetor dosador que é configurado e disposto para injetar um fluido em gás de escapamento **caracterizado pelo** fato de compreender:

em um ciclo de trabalho único do injetor dosador, determinação de uma pressão média do fluido quando o injetor dosador está desativado e determinação de uma pressão média do fluido quando o injetor dosador está ativado, e determinação de uma diferença entre a pressão média quando o dosador está desativado e a pressão média quando o injetor dosador está ativado para derivar a diferença de pressão instantânea média.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo** fato de que a taxa de injeção comandada predeterminada é uma taxa de injeção comandada máxima.

8. Método, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo** fato de que o fluido é combustível hidrocarboneto, ar, álcool, uréia, amônia ou gás natural.

9. Método, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo** fato de ainda compreender multiplicação da diferença de pressão instantânea média por uma proporção de ciclo de trabalho para derivar uma diferença de pressão média.

10. Sistema dosador **caracterizado pelo** fato de compreender:

um injetor dosador que é configurado e disposto para injetar um fluido em gás de escapamento;

um duto de fornecimento de fluido conectado ao injetor dosador;

um conjunto de válvula de corte de fluido conectado ao duto de fornecimento que é configurado e disposto para controlar um fluxo de fluido no duto de fornecimento e para o injetor dosador, o conjunto de válvula incluindo um sensor de pressão para detecção de pressão de fluido no conjunto de válvula; e

um controlador que monitora eficiência do injetor dosador, o controlador sendo programado para:

(1) executar o método como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 5; ou

(2) executar o método como definido em qualquer uma das reivindicações 6 a 9.

11. Sistema dosador, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo** fato de que o injetor dosador é controlado através de modulação por largura de pulso.

12. Sistema dosador, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo** fato de que o controlador é conectado ao sensor de pressão para receber do mesmo leituras de pressão do fluido no conjunto de válvula de corte quando o injetor dosador está desativado e leituras de pressão do fluido no conjunto de válvula de corte quando o injetor dosador está ativado.

13. Sistema dosador, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo** fato de que o conjunto de válvula de corte inclui um orifício de entrada de fluido com um orifício de desbaste.

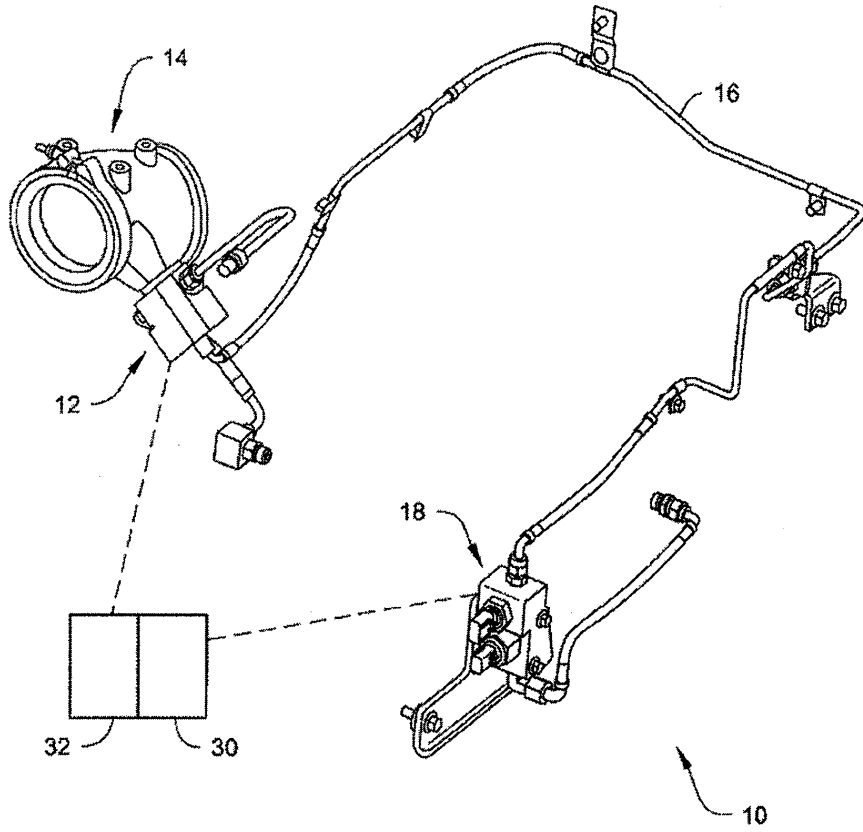


FIGURA 1

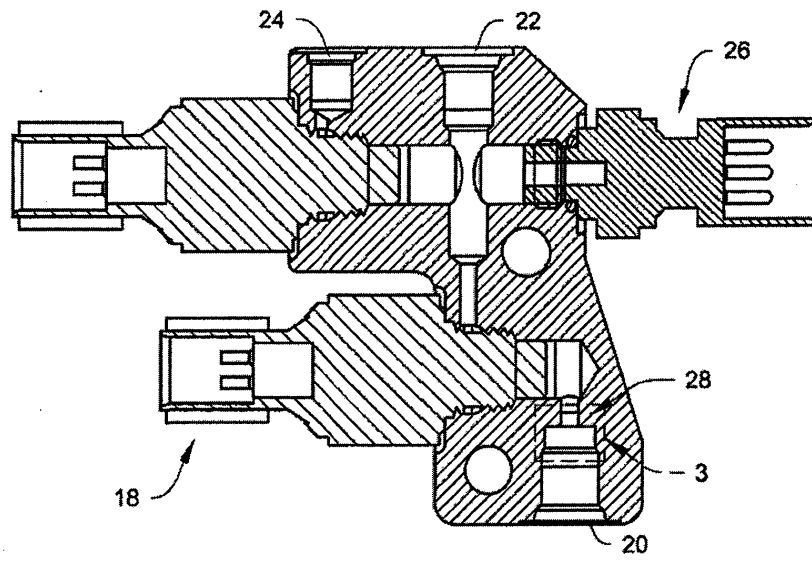


FIGURA 2

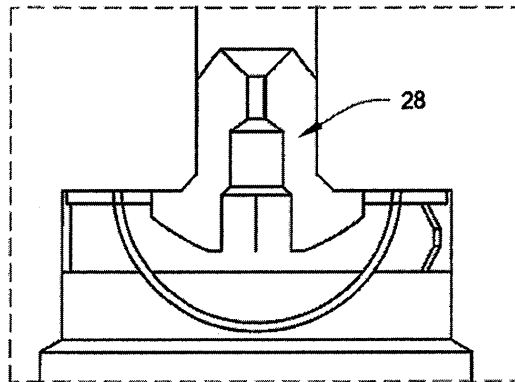


FIGURA 3

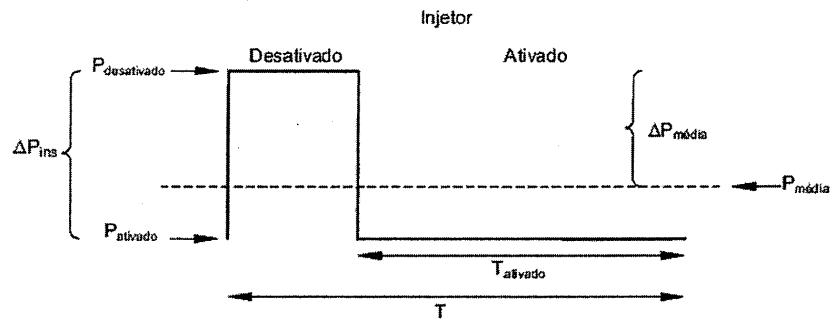


FIGURA 4

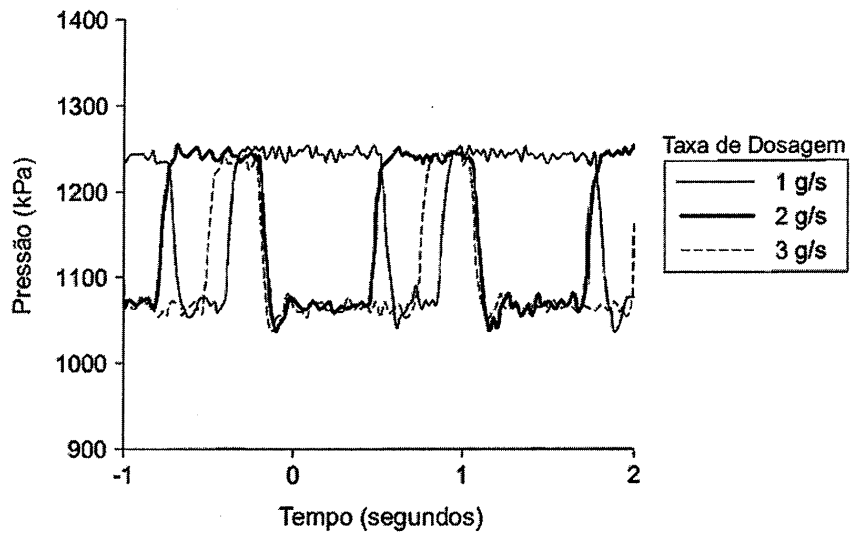


FIGURA 5

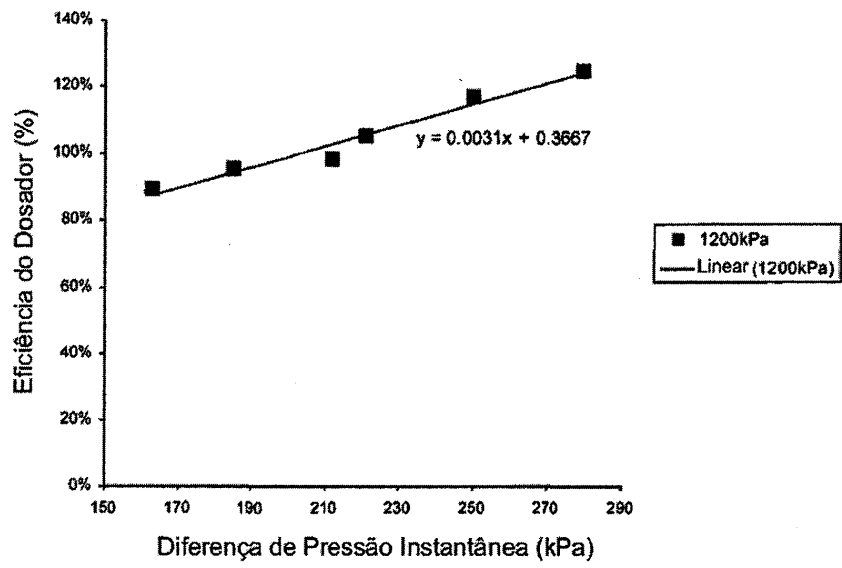


FIGURA 6

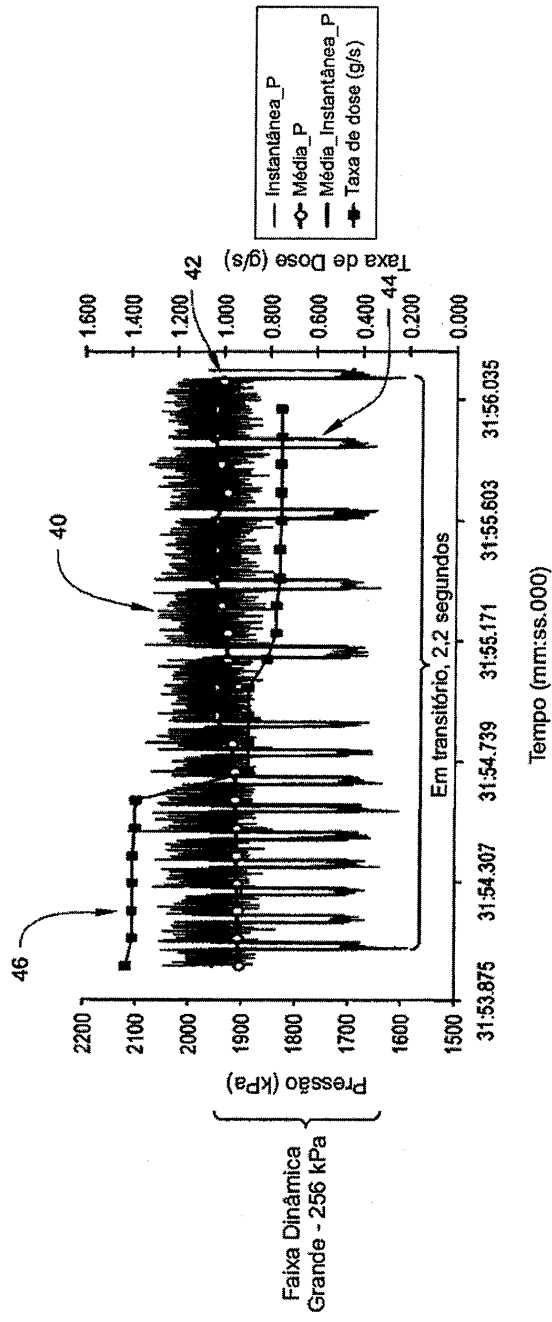


FIGURA 7

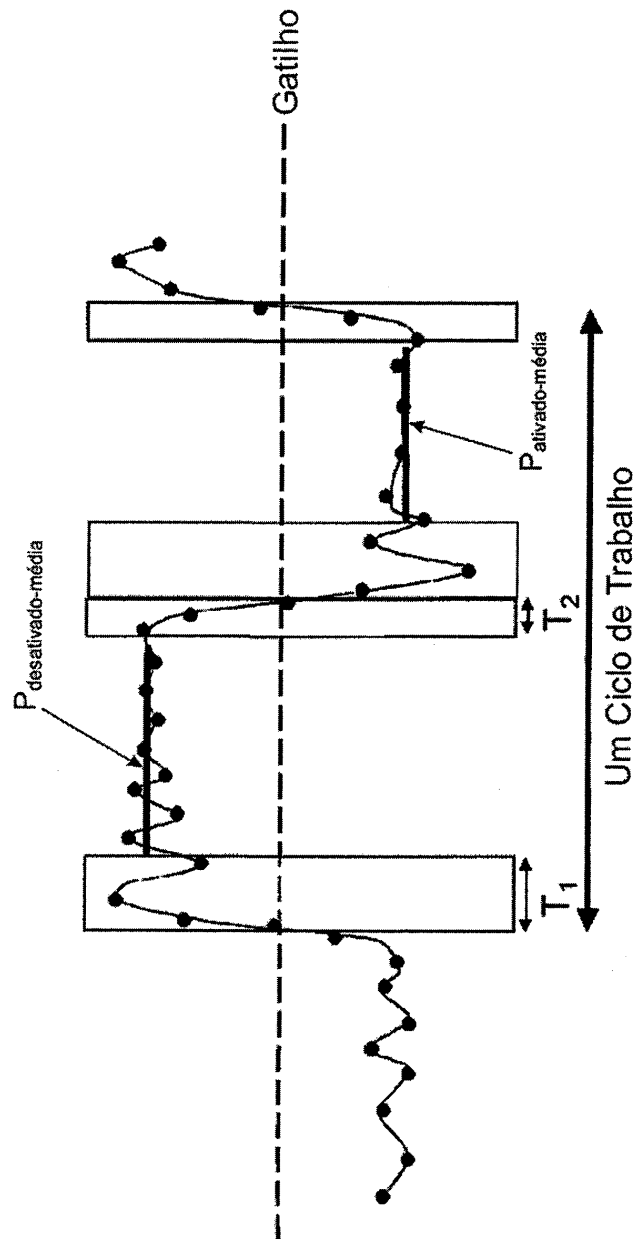


FIGURA 8

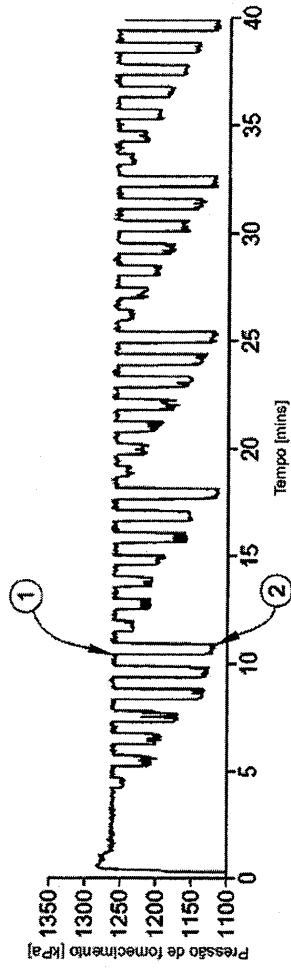


FIGURA 9A

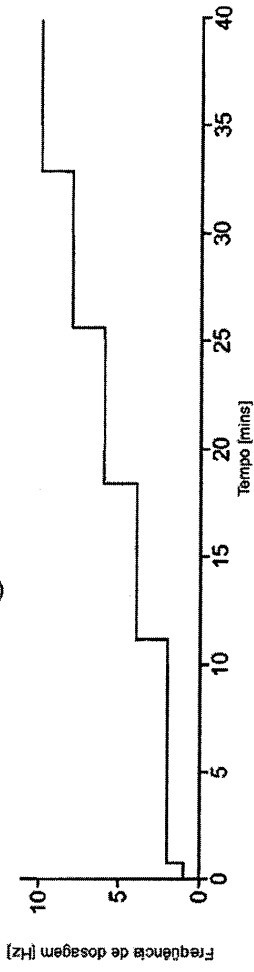


FIGURA 9B

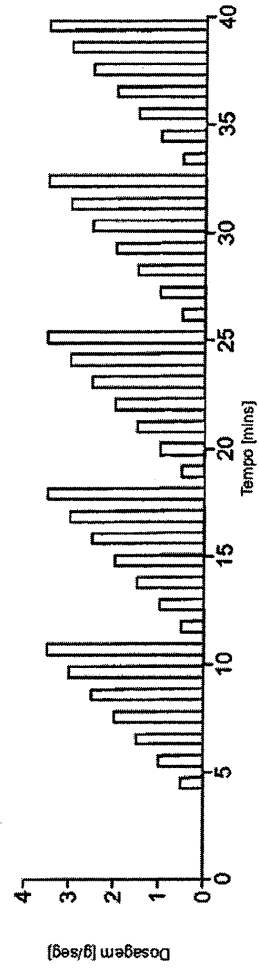


FIGURA 9C

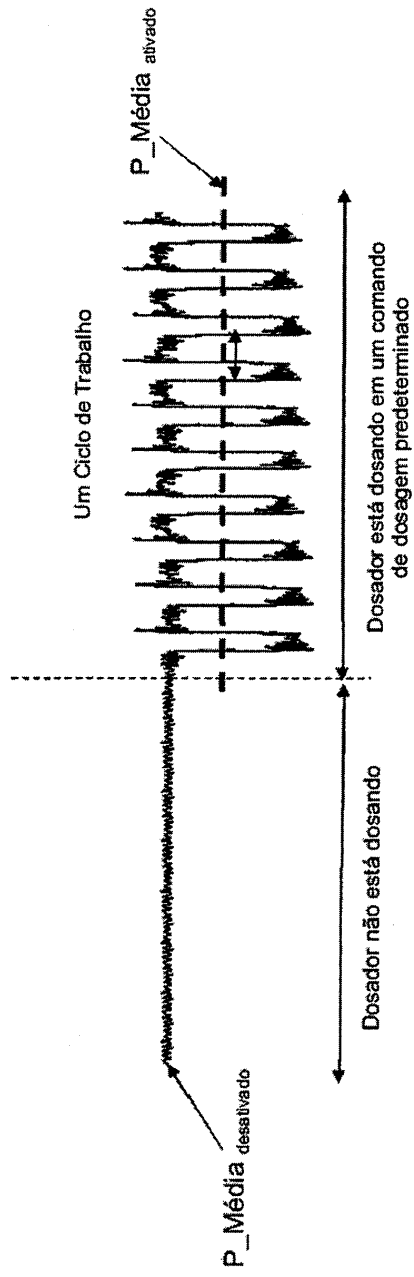


FIGURA 10

▲

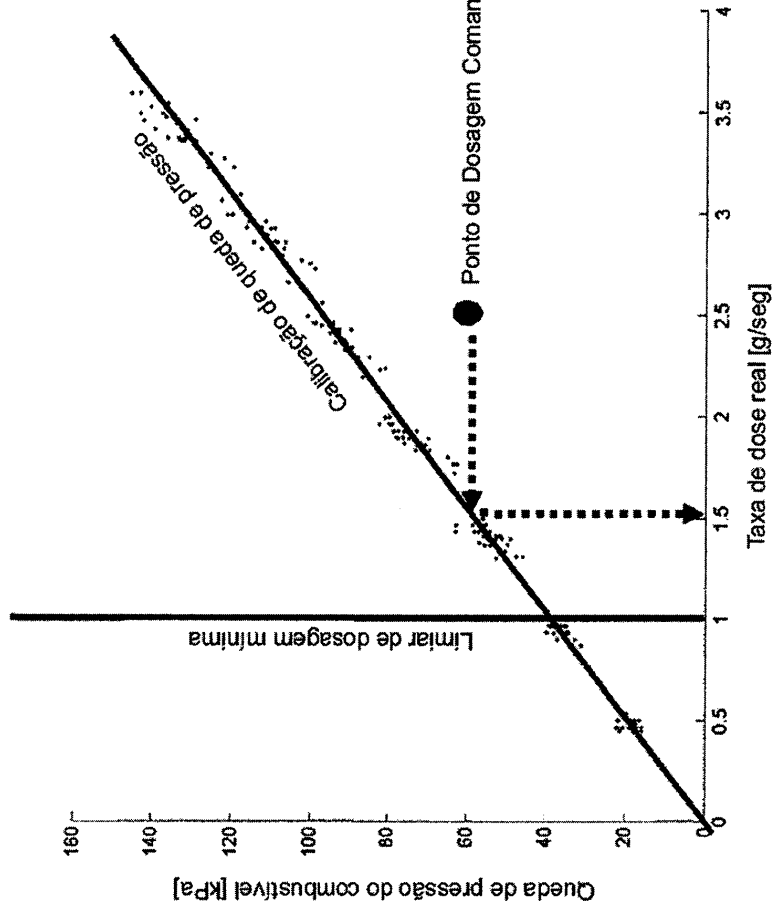


FIGURA 11