



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

(11) PI 0621826-1 B1



(22) Data do Depósito: 14/06/2006

(45) Data de Concessão: 03/09/2019

(54) Título: MÉTODO PARA REGENERAR UMA UNIDADE DE PURIFICAÇÃO DE GÁS DE EXAUSTÃO E SISTEMA DE MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA COMPREENDENDO TAL UNIDADE

(51) Int.Cl.: F01N 3/20; F02D 41/02.

(73) Titular(es): VOLVO LASTVAGNAR AB.

(72) Inventor(es): NICLAS JOHNSON; MARCUS STEEN; DENNIS LANGERVIK; PAULINA RAMFELT.

(86) Pedido PCT: PCT SE2006000730 de 14/06/2006

(87) Publicação PCT: WO 2007/145553 de 21/12/2007

(85) Data do Início da Fase Nacional: 15/12/2008

(57) Resumo: MÉTODO E SISTEMA PARA REGENERAÇÃO DE UMA UNIDADE DE PURIFICAÇÃO DE GÁS DE EXAUSTÃO. A presente invenção se refere a um método para regeneração de uma unidade de purificação de gás de exaustão (13) disposta em um sistema de motor de combustão interna (1). A presente invenção é caracterizada pelo fato de que o método compreende a etapa de ajustamento de uma velocidade de motor mínima pré-definida tal que o fluxo de massa de gás de exaustão excede um valor de fluxo pré-definido durante o processo de regeneração. A presente invenção também se refere a um sistema de motor de combustão interna (1) compreendendo uma unidade de purificação de gás de exaustão (13) adaptado para ser operado em concordância com o referido método.

**"MÉTODO PARA REGENERAR UMA UNIDADE DE
PURIFICAÇÃO DE GÁS DE EXAUSTÃO E SISTEMA DE MOTOR
DE COMBUSTÃO INTERNA COMPREENDENDO TAL UNIDADE"**
CAMPO TÉCNICO DA PRESENTE INVENÇÃO

[001] A presente invenção se refere a um método para regenerar uma unidade de purificação de gás de exaustão disposta em um sistema de motor de combustão interna. Em particular, a presente invenção se refere a um método para regenerar um filtro de particulado de diesel em um sistema de motor de veículo em situações de baixa carga ou sem carga de motor. A presente invenção também se refere a um sistema de combustão interna adaptado para ser operado em concordância com o método.

DESCRIÇÃO DO ESTADO DA TÉCNICA DA PRESENTE INVENÇÃO

[002] Gás de exaustão a partir de motores de combustão interna contém compostos perigosos na forma de hidrocarbonetos (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x) e/ou matéria particulada (PM). O gás de exaustão é, portanto, normalmente conduzido através de um sistema de pós-tratamento adaptado para purificar o gás de exaustão. Tais sistemas incluem, por exemplo, conversores catalíticos, armadilhas de NO_x e filtros de partículas. Componentes de pós-tratamento de gás de exaustão normalmente necessitam serem operados dentro de um determinado intervalo de temperatura; se a temperatura é

excessivamente baixa, as reações químicas desejadas não acontecem ou a taxa de reação se torna excessivamente baixa, e se a temperatura é excessivamente alta, os componentes podem ser destruídos. Adicionalmente, alguns componentes, tais como armadilhas de NO_x e filtros de partículas, necessitam serem regenerados em um determinado intervalo de tempo de maneira a funcionar apropriadamente. Tais regenerações são normalmente realizadas em um nível de temperatura aumentado.

[003] Levando-se em consideração motores de combustão interna em aplicações de veículos, as propriedades físicas e químicas do gás de exaustão deixando o motor primordialmente dependem do tipo de motor e das condições sob as quais o veículo está funcionando. Por exemplo, motores a diesel geralmente produzem maiores quantidades de partículas e um gás de exaustão de refrigerador do que um motor Otto. Adicionalmente, um motor que funciona sob condições de alta carga gera gás de exaustão com uma temperatura muito mais alta do que um motor sem carga de motor. De maneira a desempenhar um processo de regeneração, pode ser necessário tomar ações particulares no sistema pós-tratamento para adicional aumento da temperatura.

[004] As propriedades de gases de exaustão de um motor operado em uma alta carga por um período de tempo mais longo, tal como um motor

de um caminhão utilizado para transportes de estrada, são normalmente adequadas para propósitos de regeneração. Entretanto, um exemplo típico onde propriedades de gás de exaustão desfavoráveis provocam problema no sistema pós-tratamento é limpeza do filtro de partícula de diesel de um caminhão de remoção de lixo. Em tal aplicação de veículo, tempo significativo é dispendido em velocidade sem carga de motor com distâncias curtas, intermitentes e limitadas de direção, resultando em um gás de exaustão relativamente frio. Para limpar tal filtro por injeção de combustível e queima das partículas, a temperatura do gás de exaustão deixando o veículo deveria normalmente estar pelo menos em torno de 250° C.

[005] Uma maneira conhecida de aumento da temperatura do gás de exaustão deixando o motor é a de aumentar as quantidades de combustível injetado para os cilindros de motor ou a de retardar a injeção (pós-injeção). Uma temperatura suficientemente alta é, entretanto, normalmente não alcançada com tal medida tomada sozinha.

[006] Levando-se em consideração regeneração de filtros de partícula em situações de baixa carga ou sem carga de motor, um método conhecido é o de utilização de um queimador separado para aquecimento do filtro. Isto é, entretanto, uma solução especialmente complicada,

na medida em que ela requer equipamento adicional, tais como o queimador em si e um compressor de ar.

[007] O pedido de patente US 2005/0148430 descreve um método para aumentar a temperatura de gás de exaustão durante operação em baixa carga ou sem carga de motor em que a carga de motor é aumentada por ativação de um freio e/ou um elemento de partida, tais como uma embreagem ou um conversor de torque. Entretanto, este método não é aplicável em todas as situações na medida em que parâmetros afetando as propriedades de gás de exaustão não são completamente considerados.

DESCRIÇÃO DA PRESENTE INVENÇÃO

[008] O objetivo da presente invenção é o de proporcionar um método e sistema para regenerar uma unidade de purificação, método e sistema que criam condições de regeneração aperfeiçoadas em situações de baixa carga ou sem carga de motor, comparadas com soluções conhecidas.

[009] A presente invenção se refere a um método para regenerar uma unidade de purificação de gás de exaustão disposta em um sistema de motor de combustão interna, e a presente invenção é caracterizada pelo fato de que o método compreende a etapa de: ajustar uma velocidade de motor mínima predefinida tal que o fluxo de massa de gás de exaustão excede um valor de fluxo predefinido durante o processo de regeneração.

[010] O método inventivo tem o efeito

vantajoso de evitar regeneração da unidade de purificação em situações em que a unidade de purificação pode ser destruída se submetida à regeneração, devido ao fato de um fluxo de massa de gás de exaustão excessivamente baixo. Por exemplo, um filtro de particulado de diesel convencional provavelmente será destruído por superaquecimento se regenerado quando o fluxo de massa de gás de exaustão está abaixo de um determinado nível. Além do mais, o método inventivo possui o efeito vantajoso de estabelecimento de condições adequadas para iniciação ou manutenção de regeneração da unidade de purificação em situações onde o fluxo de massa de exaustão é excessivamente baixo, tal como em situações de baixa carga ou sem carga de motor. A utilização de uma velocidade de motor mínima para assegurar que o fluxo de massa de gás de exaustão se torne suficiente é útil considerando se quaisquer ações especiais são tomadas para aumentar ou controlar a temperatura de gás de exaustão.

[011] Em uma modalidade preferida da presente invenção, o método também compreende a etapa de ajustar um torque de motor mínimo predefinido tal que a temperatura do gás de exaustão excede um valor de temperatura predefinido durante o processo de regeneração. Um processo de regeneração pode em tal caso ser desempenhado quando requerido, isto é, não é necessário retardar o início da, ou interromper a regeneração devido ao

fato de um fluxo ou temperatura de massa de gás de exaustão desfavoráveis.

[012] Em uma modalidade preferida adicional da presente invenção, a velocidade de motor mínima predefinida e o torque de motor mínimo predefinido são ajustados em combinação tal que o fluxo de massa de gás de exaustão excede um valor de fluxo predefinido e a temperatura de gás de exaustão excede um valor de temperatura predefinido durante o processo de regeneração. Isto reflete, por exemplo, um caso onde uma mudança da velocidade de motor tem um efeito direto sobre o torque de motor, tal como quando um conversor de torque hidráulico é conectado ao motor. Em adição, qualquer influência da velocidade de motor na temperatura de gás de exaustão, e do torque de motor no fluxo de massa de gás de exaustão, pode, conseqüentemente, ser levada em consideração.

[013] Em uma modalidade preferida adicional da presente invenção, o método adicionalmente compreende uma ou diversas das seguintes etapas: determinar se uma regeneração da unidade de purificação de gás de exaustão é requerida, determinar a temperatura de gás de exaustão, e desempenhar regeneração da unidade de purificação de gás de exaustão no caso em que o fluxo de massa de gás de exaustão excede referido valor de fluxo predefinido.

[014] Em uma modalidade preferida

adicional da presente invenção, o sistema de motor compreende um motor de combustão interna; uma caixa de marchas; um elemento de partida disposto para conectar o motor e a caixa de marchas, o elemento de partida tendo capacidade de escorregamento; e um elemento de frenagem com capacidade de aumento da carga de motor quando ativado, em que o método adicionalmente compreende as etapas de: ativar o elemento de frenagem, determinar se uma marcha está engatada e, se este não for o caso, engatar uma marcha. Isto reflete o caso típico onde um caminhão de remoção de lixo equipado com um conversor de torque hidráulico e uma caixa de marchas automática opera em uma situação de baixa carga.

[015] A presente invenção também se refere a um sistema de motor de combustão interna compreendendo uma unidade de purificação de gás de exaustão, em que o sistema é adaptado para ser operado em concordância com o método anteriormente descrito.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS DA PRESENTE INVENÇÃO

[016] Na descrição da invenção feita abaixo, referência é feita às figuras, nas quais:

A Figura 1 mostra, em uma vista esquemática, um exemplo de um sistema de motor para o qual o método inventivo pode ser aplicado, e

A Figura 2 mostra um exemplo de como a velocidade de motor e a carga de motor influenciam as condições para desempenho de uma regeneração de

um filtro de particulado de diesel (DPF).

DESCRIÇÃO DE MODALIDADES DA PRESENTE INVENÇÃO

[017] A Figura 1 mostra um exemplo esquemático de um sistema de motor de combustão interna 1 disposto em um veículo (não mostrado), sistema 1 para o qual o método inventivo pode ser aplicado. O sistema de motor 1 compreende um motor a diesel comercial pesado 3 que é conectado a um elemento de partida 5 na forma de um conversor hidráulico que, por sua vez, é conectado a uma caixa de marchas de transmissão automática 7 de maneira a tracionar uma unidade de tração 9 na forma de um eixo de tração de um caminhão. O motor 3 gera um fluxo de gás de exaustão 4 que passa um conversor catalítico de oxidação de diesel (diesel oxidation catalyst) (DOC) 11 e um filtro de particulado de diesel (diesel particulate filter) (DPF) 13 antes que ele seja emitido para o ambiente. O DOC 11 oxida cataliticamente óxido de nitrogênio (NO), hidrocarbonetos (HC) e partículas de fuligem sob a produção de calor. Partículas remanescentes são capturadas no DPF 13. Neste exemplo, o DPF 13 é de um tipo convencional contendo um número de canais divididos por paredes de cerâmica, porosas, através das quais o fluxo de gás de exaustão é forçado. Na medida em que as quantidades de partículas capturadas aumentam no DPF 13, a queda de pressão sobre o DPF 13 aumenta. Para evitar uma queda de pressão excessivamente

grande sobre o DPF 13 é, depois de algum tempo, necessário regenerar o filtro por queima das partículas.

[018] Uma unidade de controle 8 é eletricamente conectada aos vários componentes do sistema de motor 1 de maneira a receber dados sobre status de seus componentes e para controlar operação de seus componentes. Estas conexões eletrônicas são indicadas por linhas 6. O sistema 1 adicionalmente compreende uma pluralidade de sensores (não mostrados) para determinação de parâmetros de sistema, tais como velocidade de motor, carga de motor, temperatura de motor, admissão de ar de motor, temperatura de gás de exaustão, composição de gás de exaustão (por exemplo, conteúdo de oxigênio) e queda de pressão sobre o DPF 13. Todos estes sensores são conectados a unidade de controle 8. A unidade de controle 8 compreende software, processador, memória, etc., de modo a terem capacidade de análise do dado recebido e de envio de instruções de operação adequadas para os vários componentes do sistema 1. A unidade de controle 8 é adicionalmente conectada a o sistema de frenagem 10 do veículo, incluindo tanto o freio de estacionamento e quanto o freio de serviço. Na vista esquemática do sistema de motor 1 mostrado na Figura 1, a unidade de controle 8 é mostrada somente como uma caixa única. Na realidade, a

unidade de controle 8 pode, por exemplo, compreender uma unidade de controle de veículo central se comunicando com, por exemplo, uma unidade de controle de motor e uma unidade de controle de transmissão.

[019] De maneira a desempenhar uma regeneração bem sucedida do DPF 13, é importante que a temperatura de gás de exaustão seja suficientemente alta para desempenho de um processo de regeneração efetivo, e que a temperatura no DPF 13 seja mantida abaixo de um determinado nível superior, em torno de 900° C, acima do qual o DPF 13 pode ser destruído devido ao superaquecimento. Para evitar exceder este nível superior, é importante que o fluxo de massa de gás de exaustão seja suficiente, devido ao fato deste fluxo ser utilizado para propósitos de refrigeração. No exemplo mostrado na Figura 1, o fluxo de massa mínimo requerido do gás de exaustão deixando o motor é de 0,8 kg/s. Adicionalmente, a temperatura alvo do gás de exaustão adentrando o DPF 13, isto é, o fluxo 4' na Figura 1, é de 600° C. A temperatura do gás de exaustão adentrando o DOC 11, isto é, o fluxo 4 na Figura 1, é normalmente mais baixa. Para aumentar a temperatura do fluxo de gás 4' deixando o DOC 11, combustível (HC) é adicionado para o DOC 11 resultando em geração de calor no processo de oxidação no DOC 11. Neste exemplo, a temperatura

alvo do gás de exaustão adentrando o DOC 11 é de 250 °C. Desde que o fluxo de gás de exaustão deixando o motor 3 não é significativamente resfriado em sua maneira para o DOC 11, a temperatura do gás de exaustão adentrando o DOC 11 corresponde para a temperatura do gás de exaustão deixando o motor 3.

[020] Deveria ser notado que os valores anteriormente determinados, considerando o fluxo de massa de gás de exaustão requerido e as temperaturas de gás de exaustão adequadas, são válidos para o sistema exemplificado na Figura 1. O fluxo de massa de gás de exaustão mínimo depende do tamanho e do tipo do DPF 13, que, por sua vez, depende do tamanho e do tipo do motor, e as temperaturas adequadas dependem do tipo de DPF 13 e de quais componentes de pós-tratamento de gás de exaustão que estão incluídos no sistema de motor. Outros valores podem, conseqüentemente, ser mais adequados para outros sistemas.

[021] Como se segue a partir do anteriormente mencionado, uma regeneração bem sucedida de um DPF requer um eficiente controle do fluxo de massa e da temperatura do gás de exaustão deixando o motor. Estes dois parâmetros de gás de exaustão podem ser controlados por variação dos dois parâmetros de motor de velocidade de motor e torque de motor (carga). Geralmente, ambos estes parâmetros de motores afetam tanto o fluxo de

massa e quanto a temperatura do gás de exaustão. Um aumento da velocidade de motor leva a um número mais alto de cursos de êmbolo de pistão por unidade de tempo e, por consequência, a uma maior quantidade de gás de exaustão por unidade de tempo, mas este também conduz a uma temperatura de gás de exaustão mais alta devido ao fato de uma temperatura de motor aumentando (atrito aumentado). Um aumento do torque de motor requer maiores quantidades de combustível e de ar para adentrar o cilindro em cada curso de êmbolo de pistão o que leva a uma temperatura de combustão aumentada, e, por consequência, a uma temperatura de gás de exaustão mais alta, mas também a um fluxo de massa de gás de exaustão aumentado devido a maiores quantidades de ar e de combustível utilizadas em cada curso de êmbolo. Entretanto, a velocidade de motor tem um efeito muito mais forte sobre o fluxo de massa de gás de exaustão do que sobre a temperatura de gás de exaustão, e, reciprocamente, o torque de motor tem um efeito muito mais forte sobre a temperatura de gás de exaustão do que sobre o fluxo de massa de gás de exaustão.

[022] Para um determinado motor, o fluxo de massa de gás de exaustão é, por consequência, primordialmente dependente da velocidade de motor, enquanto que a temperatura de gás de exaustão que deixa o motor é

primordialmente dependente do torque de motor. Consequentemente, é possível controlar o fluxo de massa de gás de exaustão, e parcialmente a temperatura de gás de exaustão, por variação da velocidade de motor e controlar a temperatura de gás de exaustão, e parcialmente o fluxo de massa de gás de exaustão, por variação do torque de motor. Em uma modalidade preferida da presente invenção, a velocidade de motor e o torque de motor são controlados em combinação tal que o fluxo de massa de gás de exaustão excede um valor de fluxo predefinido e a temperatura de gás de exaustão excede um valor de temperatura de gás de exaustão predefinido durante o processo de regeneração.

[023] A possibilidade de variação destes dois parâmetros de motor independentemente um do outro depende do tipo de elemento de partida 5 utilizado para conectar o motor 3 com a caixa de marchas 7. Se o elemento de partida 5 é um conversor hidráulico, como o sistema 1 aqui descrito, uma determinada velocidade de motor resultará em um determinado torque de motor. Por outro lado, se o elemento de partida 5 é uma embreagem úmida, é possível variar a velocidade de motor e o torque de motor independentemente um do outro. Em qualquer caso, o elemento de partida 5 deveria possuir capacidade de escorregamento, isto é, deveria ter capacidade de escorregar sem

desgaste mecânico significativo.

[024] A Figura 2 mostra um exemplo de como a velocidade de motor e a carga de motor de um motor a diesel comercial pesado influenciam as condições para desempenho de uma regeneração de um DPF. A velocidade de motor (em rpm) é determinada sobre o eixo geométrico x e o torque de motor (em Nm) é determinado sobre o eixo geométrico y.

[025] Na região I, tanto a velocidade de motor quanto a carga de motor são suficientes para proporcionar condições adequadas para desempenho de regeneração do DPF 13 levando-se em consideração fluxo de gás de exaustão e temperatura de gás de exaustão. Tipicamente, um motor de um caminhão de transporte de estrada é operado dentro desta região na maior parte do tempo. Na região II, a temperatura é excessivamente baixa para desempenho de regeneração, enquanto que na região III tanto o fluxo de massa de gás de exaustão quanto a temperatura de gás de exaustão são excessivamente baixos. Na região IV, o fluxo de massa de gás de exaustão é excessivamente baixo, mas a temperatura de gás de exaustão é suficiente para desempenho de uma regeneração bem sucedida. Embora as três regiões II, III e IV sejam relativamente pequenas, um caminhão de coleta de lixo opera por uma grande parte dentro destas regiões.

[026] Se uma regeneração do DPF é

desempenhada quando os parâmetros de motor definem um ponto de operação que repousa dentro da região IV, existe um risco considerável de destruição do filtro, como anteriormente descrito. É, por consequência, importante primeiramente ajustar os parâmetros de motor tal que o ponto de operação termina dentro da região I antes de iniciar a regeneração. Se a regeneração já está avançando, é, ao invés disso, importante evitar que o ponto de operação caia fora da região I.

[027] Iniciando a partir de um ponto de operação dentro da região III, a região I pode, em princípio, ser alcançada por aumento tanto da velocidade de motor ou quanto da carga de motor. Entretanto, aumento unicamente da carga de motor, de maneira a alcançar uma determinada temperatura de gás de exaustão mínima, sem consideração do fluxo de massa de gás de exaustão poderia resultar em que o fluxo de massa de gás de exaustão permaneça excessivamente pequeno para uma regeneração bem sucedida, isto é, o ponto de operação termina na região IV. Como pode ser observado na Figura 2, um ponto de operação adequado para realização de regeneração neste exemplo é alcançado por manutenção da velocidade de motor em 800 rpm ou mais e a carga de motor em 500 Nm ou mais.

[028] Convencionalmente, regeneração de um DPF é controlada de uma maneira tal que a

ela é possibilitada se iniciar, ou continuar, sobre a condição de que a temperatura de gás de exaustão é suficientemente alta. Se a temperatura está, ou cai, abaixo de um determinado nível, o processo de regeneração não é possibilitado de se iniciar, ou é interrompido. Para aumentar a temperatura de gás de exaustão é conhecido, por exemplo, aplicar uma carga para o motor, como descrito no documento US 2005/0148430. Embora o método proposto no documento US 2005/0148430 possa ser adequado em determinadas situações, não são feitas nenhuma considerações para a importância da magnitude do fluxo de massa de gás de exaustão. Como mencionado anteriormente, aumentando a carga sem consideração do fluxo de massa de gás de exaustão poderia resultar em um fluxo de massa de gás de exaustão excessivamente pequeno levando a um filtro superaquecido. Onde o fluxo de massa de gás de exaustão foi considerado em métodos de regeneração convencionais, a solução parece ter sido a de monitorar o fluxo de massa de gás de exaustão e a de interromper a regeneração quando o fluxo de massa de gás de exaustão se torna excessivamente baixo.

[029] A ideia fundamental da presente invenção é a de permitir condições adequadas para desempenho de uma regeneração de uma unidade de purificação, tal como um DPF, levando-se em consideração temperatura de gás de exaustão e, em

particular, fluxo de massa de gás de exaustão, por ajuste da velocidade de motor ou uma combinação da velocidade de motor e do torque de motor.

[030] Levando-se em consideração o sistema de motor 1 mostrado na Figura 1, um exemplo do método inventivo pode ser descrito da seguinte maneira: primeiramente, o sensor de queda de pressão informa a unidade de controle 8 que uma regeneração do DPF 13 é necessária. Neste ponto, a unidade de controle 8 determina as condições para desempenho de uma regeneração, isto é, ela verifica, por exemplo, o fluxo de massa de gás de exaustão e a temperatura de gás de exaustão, se uma marcha está engatada, se quaisquer dos freios de serviço ou de mão 10 estão ativados, e se o veículo se movimenta ou não. Se as condições são adequadas, a unidade de controle 8 ajusta uma velocidade de motor mínima para um valor predefinido correspondente a um fluxo de massa de gás de exaustão mínimo de 0,1 kg/s. Devido às características inerentes de velocidade-carga do conversor hidráulico 5, este valor de velocidade de motor mínima predefinida resulta em um determinado valor de torque de motor mínimo que assegura que a temperatura de gás de exaustão será suficiente. Esta temperatura é, por consequência, igual a, ou excede, um limite de temperatura mínimo para realização da regeneração. Adicionalmente, a unidade de controle 8 determina

se a velocidade de motor necessita ser aumentada para alcançar o valor mínimo predefinido. Se assim for, a unidade de controle 8 envia esta requisição operacional para o motor 3. Quando a velocidade de motor se iguala ou excede seu valor predefinido mínimo, a unidade de controle 8 inicia a regeneração, isto é, a unidade de controle 8 inicia a injeção de combustível para o DOC 11.

[031] Devido ao fato de que uma velocidade de motor mínima é ajustada no método inventivo, não existe nenhum risco de que a regeneração seja iniciada enquanto existir um fluxo de massa de gás de exaustão excessivamente baixo, ou de que o fluxo de massa de gás de exaustão cairá abaixo do fluxo de massa de gás de exaustão mínimo durante o processo de regeneração.

[032] Levando-se em consideração o sistema de motor 1 descrito, um aumento da velocidade de motor, e por consequência, do torque de motor, normalmente resulta em que o veículo começa a se movimentar, ou se movimenta mais rápido, desde que uma marcha esteja engatada. Por ativação dos freios 10, o torque aumentado, ao invés disso, será tomado no conversor hidráulico 5 que tem capacidade de escorregar sem desgaste.

[033] O método inventivo é em particular adequado para ser utilizado em veículos equipados com transmissão automática e um conversor de torque hidráulico, que é típico para

aplicações de veículo com uma quantidade de paradas e de partidas, tais como aplicações de veículo do tipo de coleta de lixo. Um benefício com transmissões automáticas com conversor de torque hidráulico é a de que é possível aplicar torque ao motor em parada, o que aumentará temperaturas no sistema de exaustão. Tipicamente, a carga em um motor a diesel comercial pesado de 13 litros em 600 rpm é de 400 Nm em parada quando uma marcha está engatada (comparada com um sistema de embreagem seca desengatada com quase nenhuma carga sobre o motor em parada). Um aumento limitado de velocidade de motor aumentará carga de motor significativamente, o que resultará em temperaturas de gás de exaustão ainda mais aumentadas.

[034] Exemplos do método inventivo podem também ser descritos na forma de casos:

Caso 1

[035] Condições: veículo em parada, freios de mão engatados, marcha engatada, regeneração de DPF requisitada.

1. A velocidade de motor é ajustada para um valor mínimo predefinido que resulta em um fluxo de massa mínimo que possibilita início de regeneração de DPF. Um ponto de ajuste de velocidade de motor típico para um motor a diesel comercial pesado é de 800 rpm.

2. O elemento de partida é controlado

de maneira que a carga de motor (torque) está acima de um valor predefinido. Uma carga de motor típica para um motor a diesel comercial pesado é de 500 Nm.

[036] Se não é possível controlar o elemento de partida, como é o caso, por exemplo, para um conversor hidráulico, a velocidade de motor é controlada tal que tanto a carga de motor e quanto a velocidade de motor estão em uma região (ver a Figura 2) onde é possível regeneração do DPF.

Caso 2

[037] Condições: veículo está funcionando em uma baixa velocidade, freios de serviço estão engatados de maneira a reduzir velocidade de veículo, marcha engatada, regeneração de DPF requisitada ou em progresso.

1. A velocidade de motor mínima é ajustada para um valor predefinido que resulta em um fluxo de massa mínimo que possibilita início de regeneração de DPF. Um ponto de ajuste de velocidade de motor típico para um motor a diesel comercial pesado é de 800 rpm. A velocidade de motor não cairá abaixo deste valor predefinido até mesmo se o veículo parar.

2. Se o veículo parar, a velocidade de motor não cairá abaixo do ajuste de valor predefinido na etapa precedente - regeneração pode continuar, desde que uma marcha seja engatada e

quaisquer dos freios 10 ativados.

Caso 3

[038] Condições: veículo em parada, freios de mão engatados, regeneração de DPF é requisitada.

1. O motorista ativa manualmente uma regeneração, por exemplo, por intermédio de um botão de pressionar sobre o painel.

2. Marcha é engatada.

3. Etapas 1 e 2 do exemplo 1 são utilizadas.

Caso 4

[039] Condições: veículo está funcionando em uma alta velocidade, marcha engatada, regeneração de DPF requisitada ou em progresso.

1. A velocidade de motor mínima é ajustada para um valor predefinido que resulta em um fluxo de massa mínimo que possibilita início de regeneração de DPF. Um ponto de ajuste de velocidade de motor típico para um motor a diesel comercial pesado é de 800 rpm. A velocidade de motor não cairá abaixo deste valor predefinido se o veículo parar.

2. Se o veículo parar, a velocidade de motor não cairá abaixo do ajuste de valor predefinido na etapa precedente - regeneração pode continuar, desde que uma marcha seja engatada e quaisquer dos freios 10 ativados.

[040] Os casos são finalizados quando a regeneração é completada. O Caso 4 é aplicado também, por exemplo, a um caminhão de transporte de estrada que para, por exemplo, devido a um congestionamento ou devido ao motorista necessitar de uma parada.

[041] Em termos de etapas de métodos, o método inventivo para controle do sistema de motor 1 em conexão com regeneração do DPF 13 pode incluir o seguinte:

- determinar se uma regeneração do DPF 13 é requerida;
- determinar a temperatura de gás de exaustão;
- determinar se a temperatura de gás de exaustão é menor do que, ou excede, um valor de temperatura mínimo predefinido;
- determinar o fluxo de massa de gás de exaustão;
- determinar se o fluxo de massa de gás de exaustão é menor do que, ou excede, um valor de fluxo mínimo predefinido;
- determinar se o veículo está funcionando ou em parada;
- determinar se os freios de mão e/ou freios de serviço 10 do veículo estão engatados;
- determinar se uma marcha está engatada;
- ativar freios 10, se não ativados;
- engatar uma marcha, se não engatada e se

freios 10 estão ativados;

- determinar a velocidade de motor;
- determinar a carga de motor;
- determinar se a velocidade de motor é menor do que, ou excede, o valor mínimo predefinido;
- ajustar a velocidade de motor para o valor de velocidade mínimo predefinido;
- aumentar a velocidade de motor, e por consequência, do torque, tal que a temperatura de gás de exaustão excede o valor de temperatura predefinido, e
- desempenhar (iniciar/manter) regeneração do DPF 13 quando o fluxo de massa de gás de exaustão e a temperatura de gás de exaustão excedem os valores de fluxo e temperatura predefinidos.

[042] O método inventivo é também aplicável para outros tipos de filtros e outras unidades de purificação e para combinações de um DPF e uma outra unidade de purificação. Adicionalmente, como uma alternativa para o processo de adição de combustível para o DOC 11, outros tipos de processos de regeneração podem ser utilizados, tal como a chamada regeneração passiva em que óxidos de nitrogênio reagem com partículas de fuligem no filtro.

[043] Em uma modalidade preferida da presente invenção, o torque de motor

mínimo/temperatura de gás de exaustão requerido é ajustado dependendo da temperatura ambiente que, em particular, afeta a temperatura do DPF, mas também a temperatura de gás de exaustão. Se a temperatura ambiente é baixa, uma temperatura de gás de exaustão mais alta pode ser requerida durante regeneração.

[044] A presente invenção não é limitada pelas modalidades descritas anteriormente, mas pode ser modificada de várias maneiras. Por exemplo, todas as etapas de método anteriormente determinadas não são necessárias para a presente invenção. Por exemplo, não é necessário explicitamente determinar o fluxo de massa de gás de exaustão. Ao invés disso, pode ser utilizado que o fluxo de massa de gás de exaustão aproximadamente corresponda a uma determinada velocidade de motor em um determinado sistema. Por consequência, o fluxo de massa de gás de exaustão pode ser indiretamente determinado por determinação de uma representação do fluxo de massa de gás de exaustão, isto é, a velocidade de motor.

[045] Além do mais, se o sistema de motor 1 compreende uma embreagem úmida ao invés do conversor hidráulico como elemento de partida 5, é possível controlar a carga de motor independentemente da velocidade de motor. Em tal caso, uma etapa de método separada pode ser a de

ajustar a carga de motor para um valor de carga mínima predefinida tal que a temperatura de gás de exaustão excede o valor de temperatura predefinido.

[046] Em uma outra alternativa, o motor 3 pode tracionar um motor hidráulico ao invés do conversor hidráulico 5. Em tal caso, o motor hidráulico pode ser considerado para formar o elemento de partida 5. Em ainda uma outra alternativa, o motor 3 traciona uma chamada máquina ISAD e/ou uma máquina elétrica ao invés do conversor hidráulico 5, máquina ISAD e/ou máquina elétrica que, em tal caso, pode ser considerada para formar o elemento de partida 5.

[047] Deve também ser mencionado que não é necessário que a determinação se uma regeneração do DPF 13 é requerida seja realizada por utilização de um sensor de queda de pressão.

[048] Se o método inventivo é aplicado a um sistema de motor que não é disposto em um veículo, os freios de serviço ou de estacionamento 10 poderiam ser substituídos por um outro tipo de elemento de frenagem com capacidade de aumento da carga de motor quando ativado.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para regenerar uma unidade de purificação de gás de exaustão (13), disposta em um sistema de motor de combustão interna (1), em que o sistema (1) compreende um motor de combustão interna (3); uma caixa de marchas (7); um elemento de partida (5) disposto para conectar o motor (3) e a caixa de marchas (7), o elemento de partida (5) tendo capacidade de escorregamento; e um elemento de frenagem (10) com capacidade de aumentar a carga de motor quando ativado,

o método compreendendo as etapas de:

- determinar se uma regeneração da unidade de purificação de gás de exaustão (13) é requerida, e

- operar o motor de combustão interna (3) a ou acima de uma velocidade de motor mínima predefinida e a ou acima de um torque de motor mínimo predefinido em combinação tal que o fluxo de massa de gás de exaustão excede um valor de fluxo predefinido e a temperatura de gás de exaustão excede um valor de temperatura predefinido durante a regeneração da unidade de purificação de gás de exaustão (13),

o método sendo caracterizado pelo fato de que adicionalmente compreende as etapas de:

- ativar o elemento de frenagem (10);
- determinar se uma marcha está engatada e, se este não for o caso;
- engatar uma marcha.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender a etapa de determinar a

temperatura de gás de exaustão.

3. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pela unidade de purificação de gás de exaustão (13) ser um filtro de particulado de diesel (DPF).

4. Sistema de motor de combustão interna (1) compreendendo uma unidade de purificação de gás de exaustão (13), o sistema (1) compreendendo um motor de combustão interna (3); uma caixa de marchas (7); um elemento de partida (5) disposto para conectar o motor (3) e a caixa de marchas (7), o elemento de partida (5) tendo capacidade de escorregamento, e um elemento de frenagem (10) com capacidade de aumentar a carga de motor quando ativado,

o sistema (1) sendo caracterizado pelo fato de ser adaptado para ser operado por um método do tipo definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 3.

5. Sistema (1), de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o elemento de partida (5) é um conversor de torque hidráulico.

6. Sistema (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 5, caracterizado pelo fato de que a unidade de purificação de gás de exaustão (13) é um filtro de particulado de diesel (DPF).

7. Sistema (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 6, caracterizado pelo fato de que o sistema (1) é disposto em um veículo com o propósito de propulsão do veículo.

8. Sistema (1), de acordo com a

reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o veículo é um caminhão intencionado para coleta de lixo.

328

DESENHOS

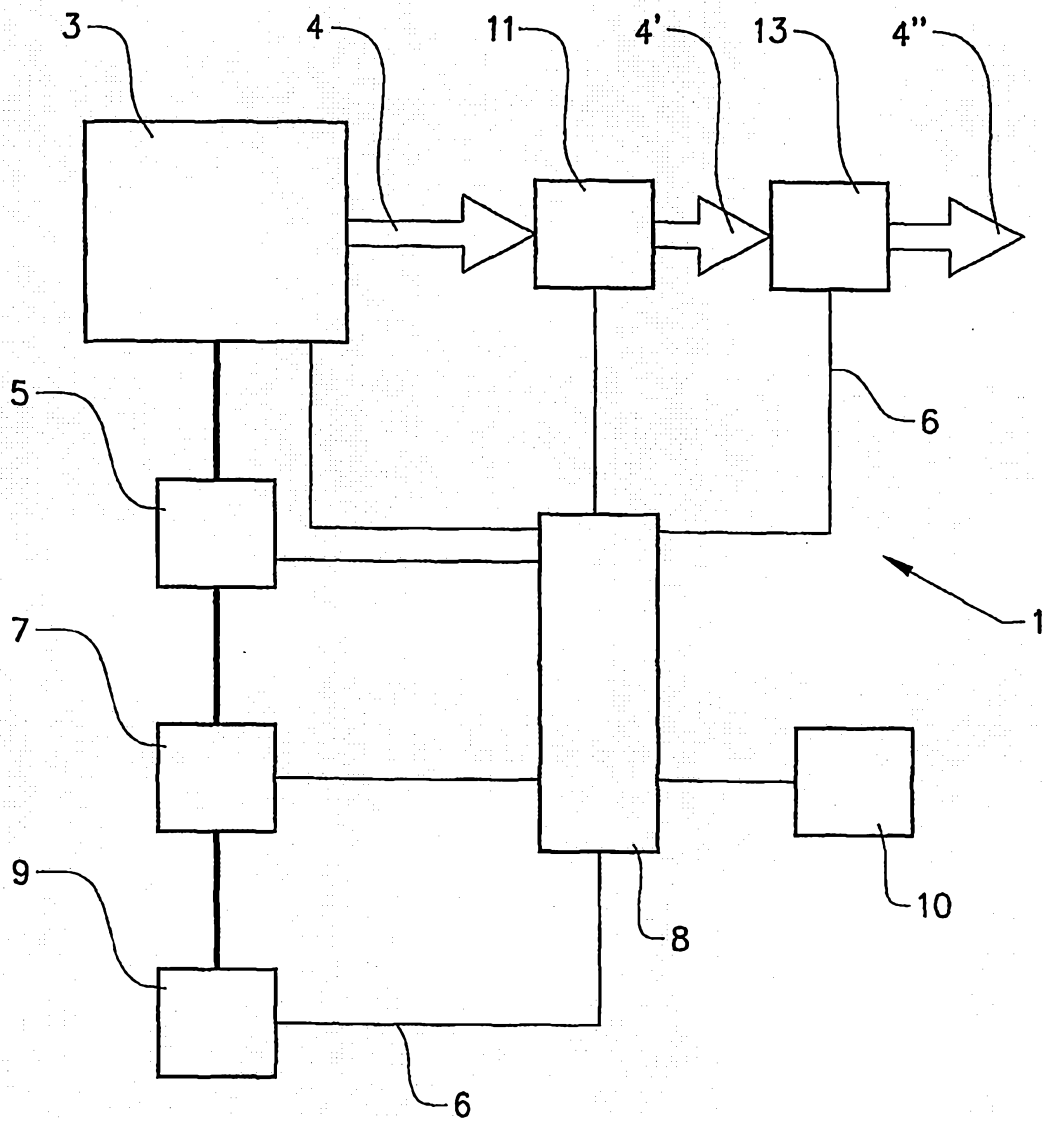


FIG. 1

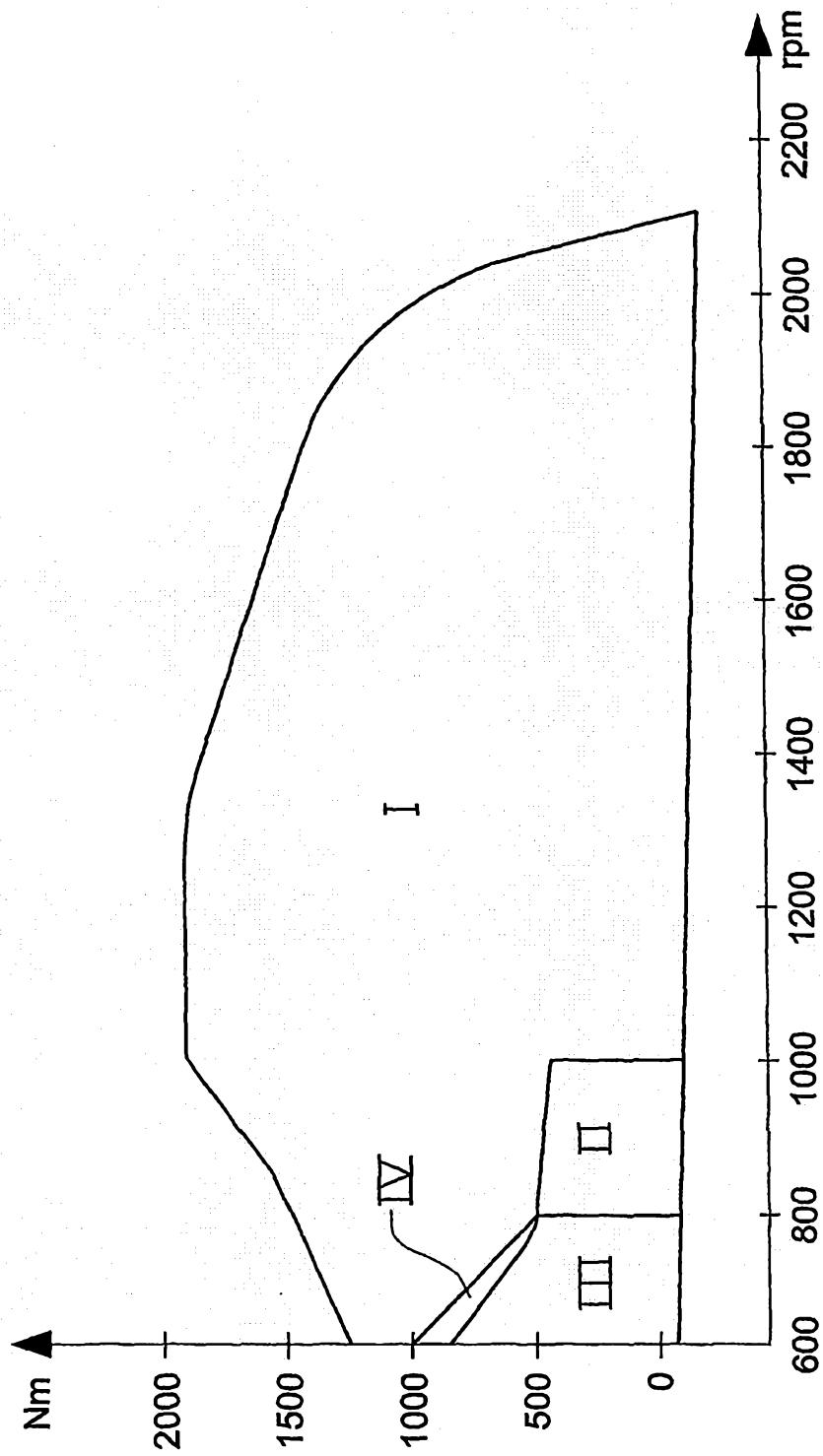


FIG. 2