

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

(21) **PI 0621826-1 A2**

BRPI0621826A2

(22) Data de Depósito: 14/06/2006
(43) Data da Publicação: 20/12/2011
(RPI 2137)

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

(54) **Título:** MÉTODO E SISTEMA PARA REGENERAÇÃO DE UMA UNIDADE DE PURIFICAÇÃO DE GÁS DE EXAUSTÃO

(73) **Titular(es):** Volvo Lastvagnar AB

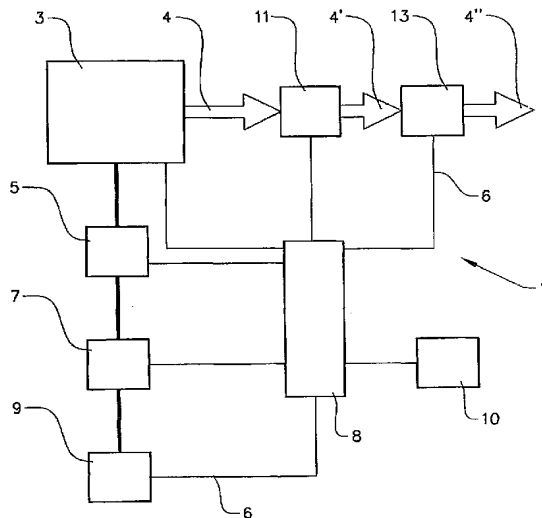
(72) **Inventor(es):** Dennis Langervik, Marcus Steen, Niclas Johnson, Paulina Ramfelt

(74) **Procurador(es):** Magnus Aspeby e Claudio Szabas

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

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/14553de 21/12/2007

(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 E SISTEMA PARA REGENERAÇÃO DE UMA UNIDADE
DE PURIFICAÇÃO DE GÁS DE EXAUSTÃO"**

CAMPO TÉCNICO DA PRESENTE INVENÇÃO

5 A presente invenção se refere a um método para
regeneração de 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 regeneração de um filtro de particulado de
10 *diesel* em um sistema de motor de veículo em situações de
baixa carga ou sem carga de motor (*idling*). A presente
invenção também se refere a um sistema de combustão interna
adaptado para ser operado em concordância com o método.

15 **PANORAMA DO ESTADO DA TÉCNICA DA PRESENTE INVENÇÃO**

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
20 exaustão é conseqüentemente 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
25 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
30 componentes poderiam 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.

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.

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 uma 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 um 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**.

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 uma tal medida tomada sozinha.

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 mesmo e um compressor de ar.

O pedido de patente norte americano número **US 2005/0148430** divulga um método para aumento da 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.

APRESENTAÇÃO DA PRESENTE INVENÇÃO

O objetivo desta presente invenção é o de proporcionar um método e sistema para regeneração de 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. Este objetivo é conseguido pelas características técnicas contidas na **reivindicação de patente independente 1** e **reivindicação de patente independente 7** subseqüentemente. As **reivindicações de patente dependentes** subseqüentemente contêm concretizações vantajosas, desenvolvimentos e variações adicionais da presente invenção.

A presente invenção se refere a um método para regeneração de 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: 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.

O método inventivo possui o efeito vantajoso de evitação de 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 vem provavelmente a ser destruído por super aquecimento 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 venha a se tornar suficiente é útil considerando se quaisquer ações especiais são tomadas para aumentar ou controlar a temperatura de gás de exaustão.

Em uma concretização preferida da presente invenção, o método também compreende a etapa de ajustamento de um torque de motor mínimo pré-definido tal que a temperatura do gás de exaustão excede um valor de temperatura pré-definido durante o processo de regeneração. Um processo de regeneração pode em um 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.

Em uma concretização preferida adicional da presente invenção, a velocidade de motor mínima pré-definida e o torque de motor mínimo pré-definido são ajustados em combinação tal que o fluxo de massa de gás de exaustão excede um valor de fluxo pré-definido e a temperatura de gás de exaustão excede um valor de temperatura pré-definido durante o processo de regeneração. Isto reflete, por exemplo, um caso onde uma mudança da velocidade de motor possui um efeito direto sobre o torque de motor, tal como quando um conversor de torque hidráulico é conectado para o motor. Em adição, qualquer influência da velocidade de motor para a temperatura de gás de exaustão, e do torque de motor para o fluxo de massa de gás de exaustão, pode, conseqüentemente, ser levada em consideração.

Em uma concretização preferida adicional da presente invenção, o método adicionalmente compreende uma ou

diversas das seguintes etapas: determinação se uma regeneração de referida unidade de purificação de gás de exaustão é requerida, determinação da temperatura de gás de exaustão, e desempenho de regeneração de referida unidade de purificação de gás de exaustão em caso em que o fluxo de massa de gás de exaustão excede referido valor de fluxo pré-definido.

Em uma concretização 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, referido elemento de partida tendo capacidade de escorregamento (patinação); e um elemento de frenagem com capacidade de aumento da carga de motor quando ativado, em que o método adicionalmente compreende as etapas de: ativação do elemento de frenagem, determinação se uma marcha está engatada e, se este não for o caso, engate de 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.

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

A presente invenção irá ser adicionalmente descrita em maiores detalhes posteriormente, de uma maneira não

limitante, com referência para as **Figuras** dos **Desenhos** diagramáticos acompanhantes, nos 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**).

As **Figuras** são somente representações esquemáticas e a presente invenção não está limitada para as concretizações nelas representadas.

DESCRIÇÃO DE CONCRETIZAÇÃO/ÇÕES DA PRESENTE INVENÇÃO

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 para elemento de partida (**5**) na forma de um conversor hidráulico que por sua vez é conectado para 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 venha a ser emitido para o ambiente. O **DOC** (**11**) cataliticamente oxida 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.

Uma unidade de controle **(8)** é eletricamente conectada para os 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 um número 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 para 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 para 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.

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 super aquecimento. 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 (inferior). 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**. Proporcionado 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)**.

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.

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 conseqüência, 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 (fricção aumentada). 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 conseqüência, a uma temperatura de gás de exaustão mais alta, mas também a um fluxo de massa de gás de exaustão aumentado devido para maiores quantidades de ar e de combustível utilizadas em cada curso de êmbolo. Entretanto, a velocidade de motor possui 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 possui um efeito muito mais forte sobre a temperatura de gás de exaustão do que sobre o fluxo de massa de gás de exaustão.

Para um determinado motor, o fluxo de massa de gás de exaustão é, por conseqüência, 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. Conseqüentemente, 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 concretização 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 pré-definido e a temperatura de gás de exaustão excede um valor de temperatura de gás de exaustão pré-definido durante o processo de regeneração.

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 irá resultar 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 (patinação), isto é, deveria ter capacidade de escorregar sem desgaste mecânico significativo.

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**).

Na região (**I**) tanto a velocidade de motor e 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 e 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 porção (em grande parte) dentro destas regiões.

Se uma regeneração do **DPF** é desempenhada quando os
5 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 conseqüência, importante primeiramente ajustar os parâmetros de motor tal que o ponto de operação termina
10 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 venha a cair fora da região **(I)**.

Iniciando a partir de um ponto de operação dentro da
15 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
20 fluxo de massa de gás de exaustão poderia resultar em que o fluxo de massa de gás de exaustão venha a permanecer 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
25 adequado para realização de regeneração neste exemplo é conseguido por manutenção da velocidade de motor em **800 rpm** ou mais alta e a carga de motor em **500 Nm** ou mais alto.

Convencionalmente, regeneração de um **DPF** é controlada de uma maneira tal que a ela é possibilitada se iniciar, ou
30 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 pedido de patente norte americano número **US 2005/0148430**. Embora o método proposto no pedido de patente norte americano número **US 2005/0148430** possa ser adequado em determinadas situações, não são feitas nenhuma

10 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

15 super aquecido. 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

20 baixo.

A idéia fundamental desta presente invenção é a de concretizar 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

25 ajustamento da velocidade de motor ou uma combinação da velocidade de motor e do torque de motor.

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

30

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 qualquer dos freios de serviço ou de estacionamento (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 pré-definido correspondente para 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 pré-definida resulta em um determinado valor de torque de motor mínimo que assegura que a temperatura de gás de exaustão irá ser 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 pré-definido. 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 pré-definido 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)**.

Devido para o fato de que uma velocidade de motor mínima é ajustada no método inventivo, não existe nenhum risco de que a regeneração venha a ser iniciada enquanto

existir um fluxo de massa de gás de exaustão excessivamente baixo, ou de que o fluxo de massa de gás de exaustão irá cair abaixo do fluxo de massa de gás de exaustão mínimo durante o processo de regeneração.

5 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, proporcionado que uma marcha está engatada. Por
10 ativação dos freios **(10)**, o torque aumentado irá ao invés disso ser tomado no conversor hidráulico **(5)** que tem capacidade de escorregar (patinar) sem desgaste.

O método inventivo é em particular adequado para ser utilizado em veículos equipados com transmissão automática
15 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
20 aplicar torque para o motor em parada, o que irá aumentar 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
25 quase nenhuma carga sobre o motor em parada). Um aumento limitado de velocidade de motor irá aumentar carga de motor significativamente, o que irá resultar em temperaturas de gás de exaustão ainda mais aumentadas.

Exemplos do método inventivo podem também ser
30 descritos na forma de casos:

Caso 1

Condições: veículo em parada, freios de estacionamento engatados, marcha engatada, regeneração de **DPF** requisitada.

5 1. A velocidade de motor é ajustada para um valor mínimo pré-definido 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**.

10 2. O elemento de partida é controlado de maneira que a carga de motor (torque) está acima de um valor pré-definido. Uma carga de motor típica para um motor a *diesel* comercial pesado é de **500 Nm**.

15 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

20 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.

25 1. A velocidade de motor mínima é ajustada para um valor pré-definido 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
30 irá cair abaixo deste valor pré-definido até mesmo se o

veículo vier a entrar em parada.

2. Se o veículo vier a entrar em parada, a velocidade de motor não irá cair abaixo do ajuste de valor pré-definido na etapa precedente - regeneração pode continuar, tanto quanto uma marcha é engatada e quaisquer dos freios (10) ativados.

Caso 3

Condições: veículo em parada, freios de estacionamento 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

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 pré-definido 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 irá cair abaixo deste valor pré-definido se o veículo vier a entrar em parada.

2. Se o veículo vier a entrar em parada, a velocidade de motor não irá cair abaixo do ajuste de valor pré-definido na etapa precedente - regeneração pode continuar,

tanto quanto uma marcha é engatada e quaisquer dos freios **(10)** ativados.

Os casos são finalizados quando a regeneração é completada. O **Caso 4** é aplicado também, por exemplo, para
5 um caminhão de transporte de estrada que vem a entrar em parada, por exemplo, devido a um congestionamento de tráfego ou devido a que o motorista necessita de uma parada (fazer um intervalo).

Em termos de etapas de métodos, o método inventivo
10 para controle do sistema de motor **(1)** em conexão com regeneração do **DPF (13)** pode incluir o seguinte:

- determinação se uma regeneração do **DPF (13)** é requerida;
- 15 - determinação da temperatura de gás de exaustão;
- determinação se a temperatura de gás de exaustão é menor do que, ou excede, um valor de temperatura mínimo pré-definido;
- determinação do fluxo de massa de gás de
20 exaustão;
- determinação se o fluxo de massa de gás de exaustão é menor do que, ou excede, um valor de fluxo mínimo pré-definido;
- determinação se o veículo está funcionando ou em
25 parada;
- determinação se os freios de estacionamento e/ou freios de serviço **(10)** do veículo estão engatados;
- determinação se uma marcha está engatada;
- ativação de freios **(10)** se não ativados;
- 30 - engate de uma marcha se não engatada e se freios

(10) estão ativados;

- determinação da velocidade de motor;
- determinação da carga de motor;
- determinação se a velocidade de motor é menor do

5 que, ou excede, o valor mínimo pré-definido;

- ajuste da velocidade de motor para o valor de velocidade mínimo pré-definido;

- aumento da velocidade de motor, e por consequência, do torque, tal que a temperatura de gás de exaustão excede o valor de temperatura pré-definido; e

- desempenho (início/manutenção) de regeneração do **DPF (13)** quando o fluxo de massa de gás de exaustão e a temperatura de gás de exaustão excedem referidos valores de fluxo e temperatura pré-definidos.

15

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

20 adição de combustível para o **DOC (11)**, outros tipos de processos de regeneração podem ser utilizados, tal como a assim chamada regeneração passiva em que óxidos de nitrogênio reagem com partículas de fuligem no filtro.

Em uma concretização preferida da presente invenção,

25 o/a requerido/a torque de motor mínimo/temperatura de gás de exaustão é ajustado/a 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.

A presente não é limitada pelas concretizações descritas anteriormente, mas pode ser modificada de várias maneiras dentro do escopo das **reivindicações de patente** subsequente. 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 para 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.

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 um tal caso, uma etapa de método separada pode ser a de ajustar a carga de motor para um valor de carga mínima pré-definida tal que a temperatura de gás de exaustão excede o valor de temperatura pré-definido.

Em uma outra alternativa, o motor **(3)** pode tracionar um motor hidráulico ao invés do conversor hidráulico **(5)**. Em um tal caso, o motor hidráulico pode ser considerado formar o elemento de partida **(5)**. Em ainda uma outra alternativa, o motor **(3)** traciona uma assim chamada máquina **ISAD** e/ou uma máquina elétrica ao invés do conversor

hidráulico (5), máquina **ISAD** e/ou máquina elétrica que, em um tal caso, pode ser considerada formar o elemento de partida (5).

Deveria também ser mencionado que não é necessário que a determinação se uma regeneração do **DPF (13)** é requerida é realizada por utilização de um sensor de queda de pressão.

Se o método inventivo é aplicado para 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.

A presente invenção foi descrita com referência para concretizações específicas, e deverá ser observado por aqueles especializados no estado da técnica que a mesma não deve ser considerada como limitada para estas concretizações exemplificativas e vantajosas descritas anteriormente, mas certamente, um número de variações e de modificações adicionais é conceptível, e a presente invenção é unicamente limitada pelo espírito e pelo escopo de proteção das **reivindicações de patente** posteriormente.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para regeneração de uma unidade de purificação de gás de exaustão (13) disposta em um sistema de motor de combustão interna (1), **caracterizado 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.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que o método adicionalmente compreende a etapa de:

- ajustamento de um torque de motor mínimo pré-definido tal que a temperatura de gás de exaustão excede um valor de temperatura pré-definido durante o processo de regeneração.

3. Método de acordo com as reivindicações 1 e 2, **caracterizado pelo fato** de que o método compreende a etapa de:

- ajustamento da velocidade de motor mínima pré-definida e do torque de motor mínimo pré-definido em combinação tal que o fluxo de massa de gás de exaustão excede um valor de fluxo pré-definido e a temperatura de gás de exaustão excede um valor de temperatura pré-definido durante o processo de regeneração.

4. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato** de que o método adicionalmente compreende uma ou diversas das seguintes etapas:

- determinação de se uma regeneração de referida unidade de purificação de gás de exaustão (13) é requerida;
- determinação da temperatura de gás de exaustão;
- desempenho de regeneração de referida unidade de purificação de gás de exaustão (13) em caso em que o fluxo de massa de gás de exaustão excede referido valor de fluxo pré-definido.

5
10
15
20

5. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, 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), referido elemento de partida (5) tendo capacidade de escorregamento; e um elemento de frenagem (10) com capacidade de aumento da carga de motor quando ativado, **caracterizado pelo fato** de que o método adicionalmente compreende as etapas de:

- ativação do elemento de frenagem (10);
- determinação de se uma marcha está engatada e, se este não for o caso;
- engate de uma marcha.

25

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

30

7. Sistema de motor de combustão interna (1) compreendendo uma unidade de purificação de gás de exaustão (13), **caracterizado pelo fato** de que o sistema (1) é adaptado para ser operado por um método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 - 4.

8. Sistema (1) de acordo com a reivindicação 7,

caracterizado pelo fato de 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), referido elemento de partida (5) tendo capacidade de escorregamento; e um elemento de frenagem (10) com capacidade de aumento da carga de motor quando ativado, em que referido sistema (1) é adaptado para ser operado por um método conforme definido na reivindicação 5.

10 9. Sistema (1) de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato** de que o elemento de partida (5) é um conversor de torque hidráulico.

15 10. Sistema (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 até 9, **caracterizado pelo fato** de que a unidade de purificação de gás de exaustão (13) é um filtro de particulado de *diesel (DPF)*.

20 11. Sistema (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 até 10, **caracterizado pelo fato** de que o sistema (1) é disposto em um veículo para o propósito de propulsão do veículo.

12. Sistema (1) de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado pelo fato** de que o veículo é um caminhão intencionado para coleta de lixo.

DESENHOS

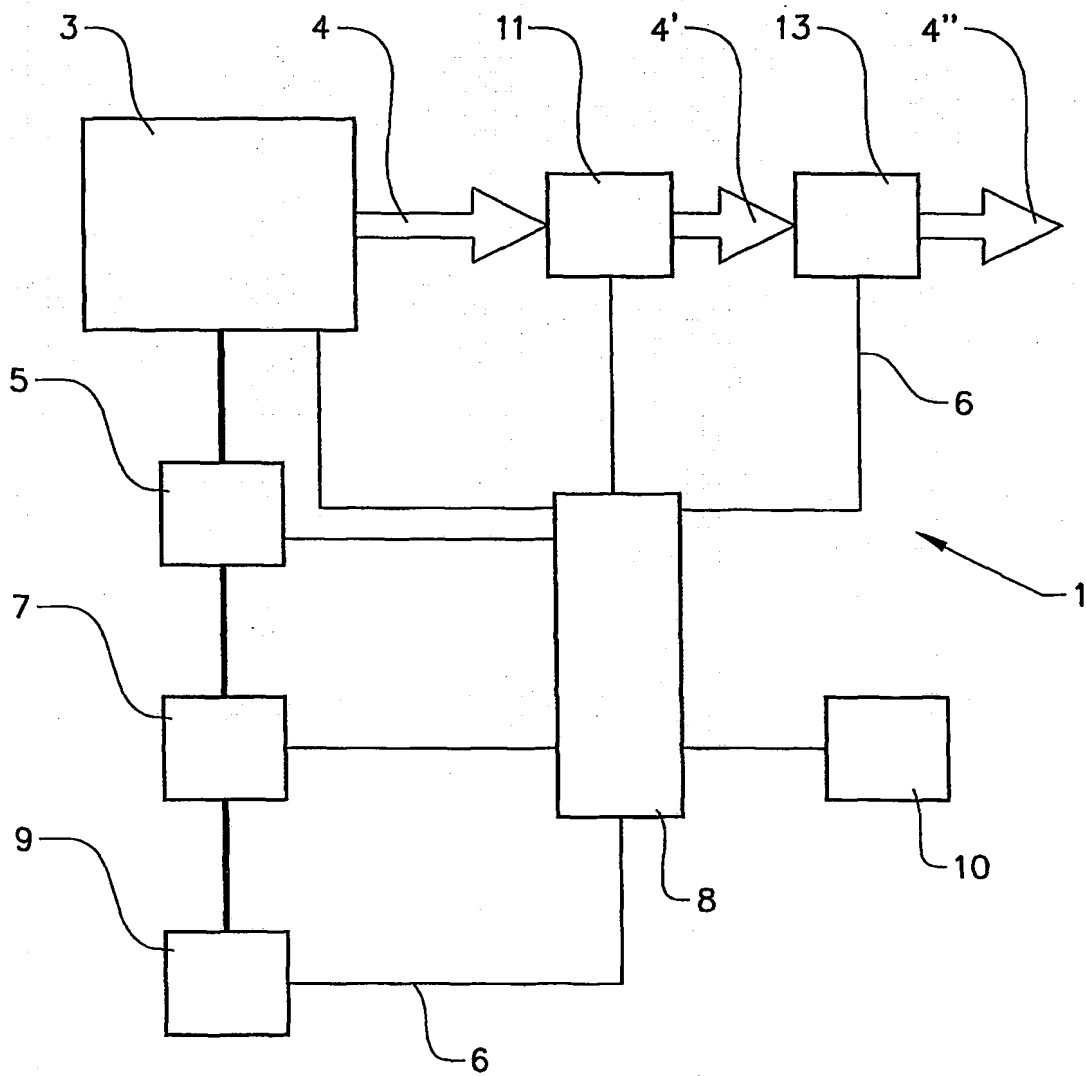


FIG. 1

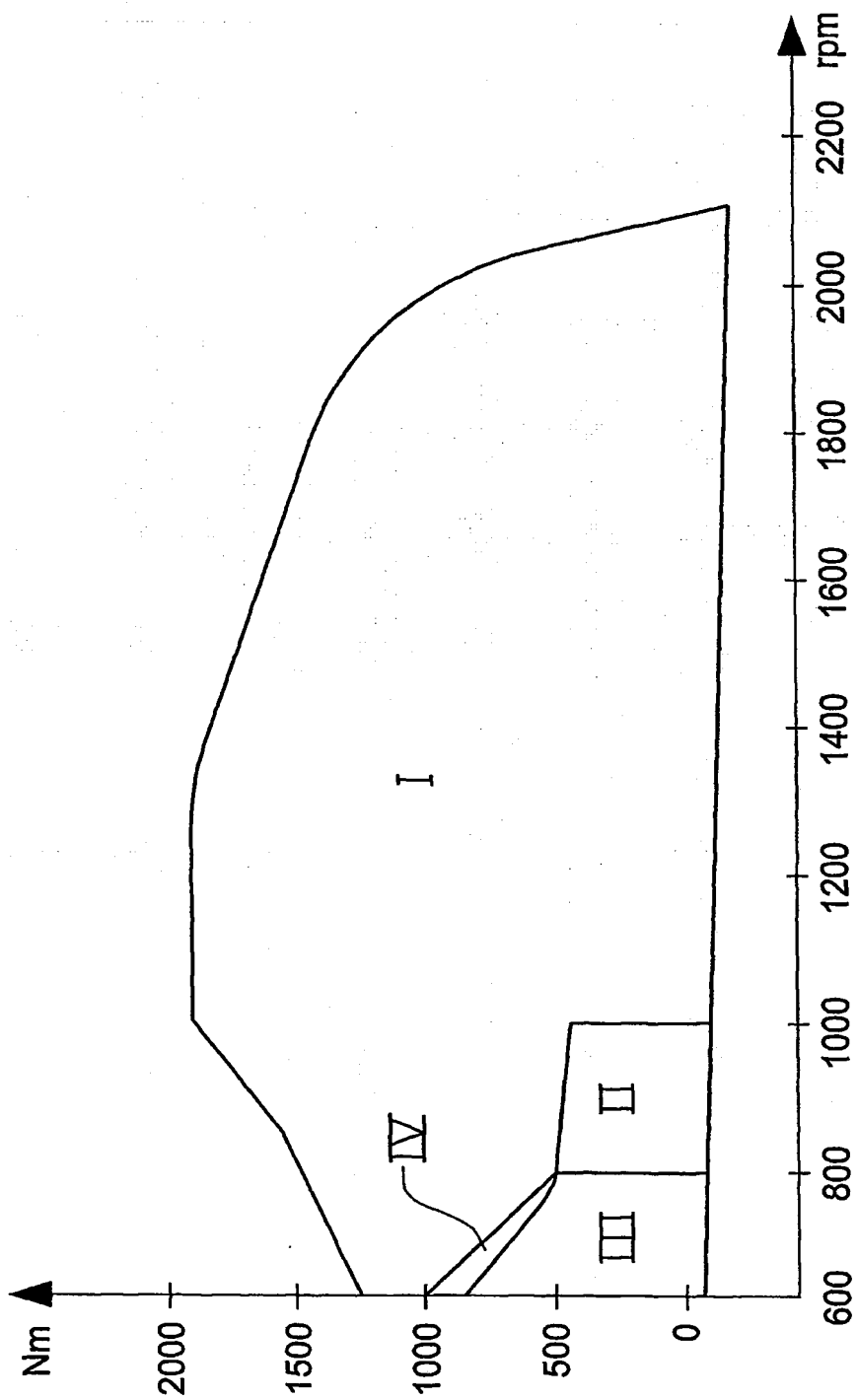


FIG. 2

RESUMO

**"MÉTODO E SISTEMA PARA REGENERAÇÃO DE UMA UNIDADE
DE PURIFICAÇÃO DE GÁS DE EXAUSTÃO"**

5

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).

10

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.

15

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.