



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112016017662-6 B1

(22) Data do Depósito: 27/02/2015

(45) Data de Concessão: 02/05/2023

(54) Título: SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESCAPE E MÉTODO PARA TRATAMENTO DE UMA CORRENTE DE ESCAPE

(51) Int.Cl.: F01N 3/20; F01N 13/00.

(30) Prioridade Unionista: 28/02/2014 SE 1450229-8; 28/02/2014 SE 1450230-6.

(73) Titular(es): SCANIA CV AB.

(72) Inventor(es): MAGNUS NILSSON; HENRIK BIRGERSSON.

(86) Pedido PCT: PCT SE2015050222 de 27/02/2015

(87) Publicação PCT: WO 2015/130213 de 03/09/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/07/2016

(57) Resumo: SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESCAPE E MÉTODO PARA TRATAMENTO DE UMA CORRENTE DE ESCAPE. Trata-se do presente sistema de tratamento de escape que compreende: - um primeiro dispositivo de dosagem (371) disposto para abastecer a corrente de escape (303) com um primeiro aditivo; - um primeiro dispositivo catalisador de redução (331) disposto a jusante do dito primeiro dispositivo de dosagem (371) e disposto para redução de óxidos de nitrogênio na dita corrente de escape através do uso do aditivo e para a geração de calor através de pelo menos uma reação exotérmica com a dita corrente de escape (303); - um filtro de particulado (320), que é disposto a jusante do dito primeiro catalisador de redução (331); - um segundo dispositivo de dosagem (372) disposto a jusante do dito filtro de particulado (320) e disposto para abastecer a dita corrente de escape com um segundo aditivo; - um segundo dispositivo catalisador de redução (332), disposto a jusante do dito segundo dispositivo de dosagem (372) e disposto para a redução de óxidos de nitrogênio na dita corrente de escape através do uso de pelo menos um dentre o dito primeiro e o dito segundo aditivos.

**“SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESCAPE E MÉTODO PARA TRATAMENTO DE
UMA CORRENTE DE ESCAPE”**

CAMPO DA TÉCNICA

[0001] A presente invenção refere-se a um sistema de tratamento de escape, de acordo com o preâmbulo da reivindicação 17, e um método para tratamento de escape, de acordo com o preâmbulo da reivindicação 1.

ANTECEDENTES DA INVENÇÕES

[0002] A seguinte descrição de antecedentes constitui uma descrição dos antecedentes da presente invenção e, portanto, não precisa constituir necessariamente a técnica anterior.

[0003] Em relação aos interesses governamentais aumentados em relação à poluição e à qualidade de ar, principalmente em áreas urbanas, os padrões de emissão e os regulamentos a respeito de emissões de motores a combustão foram elaborados em muitas jurisdições.

[0004] Tais padrões de emissão frequentemente consistem em exigências, definindo limites aceitáveis de emissões de escape de motores a combustão, por exemplo, em veículos. Por exemplo, os níveis de emissão de óxidos de nitrogênio NO_x , hidrocarbonetos C_xH_y , monóxido de carbono CO e partículas PM são frequentemente regulados por tais padrões para a maioria dos tipos de veículos. Os veículos equipados com motores a combustão tipicamente dão origem a tais emissões em graus variáveis. Nesse documento, a invenção será descrita principalmente para essa aplicação em veículos. Entretanto, a invenção pode ser usada substancialmente em todas as aplicações em que os motores a combustão são usados, por exemplo, em embarcações como navios ou aviões/helicópteros, em que as regulações e padrões para tais aplicações limitam as emissões dos motores a combustão.

[0005] Em um esforço para cumprir esses padrões de emissão, os escapes gerados pela combustão do motor a combustão são tratados (purificados).

[0006] Uma maneira comum para tratar os escapes de um motor a combustão consiste em um, assim chamado, processo de purificação catalítico, que é o motivo

pelo qual os veículos equipados com um motor a combustão geralmente compreendem pelo menos um catalisador. Há diferentes tipos de catalisadores, em que os diferentes tipos respectivos podem ser adequados dependendo, por exemplo, do conceito de combustão, estratégias de combustão e/ou tipos de combustível que são usados nos veículos e/ou os tipos de compostos na corrente de escape a ser purificada. Em relação a pelo menos gases nitrosos (monóxido de nitrogênio, dióxido de nitrogênio), chamados, abaixo, de óxidos de nitrogênio NO_x , os veículos frequentemente compreendem um catalisador, em que a corrente de escape resultante da combustão no motor a combustão é abastecida com um aditivo, a fim de reduzir óxidos de nitrogênio NO_x , principalmente para gás de nitrogênio e vapor aquoso. Isso é discutido em maiores detalhes abaixo.

[0007] Os catalisadores de SCR (Redução Catalítica Seletiva) são um tipo comumente usado de catalisador para esse tipo de redução, principalmente para veículos de mercadorias pesadas, os catalisadores de SCR geralmente usam amônia NH_3 ou uma composição a partir da qual a amônia pode ser gerada/formada, como um aditivo para reduzir a quantidade de óxidos de nitrogênio NO_x nos escapes. O aditivo é injetado na corrente de escape resultante do motor a combustão a montante do catalisador. O aditivo adicionado ao catalisador é adsorvido (armazenado) no catalisador, sob a forma de amônia NH_3 , de modo que uma reação de redox possa ocorrer entre os óxidos de nitrogênio NO_x nos escapes e a amônia NH_3 disponível por meio do aditivo.

[0008] Um motor a combustão moderno é um sistema em que há a cooperação e impacto mútuo entre o motor e o tratamento de escape. Especificamente, há uma correlação entre a capacidade do sistema de tratamento de escape para reduzir os óxidos de nitrogênio NO_x e a eficácia de combustível do motor a combustão. Para o motor a combustão, há uma correlação entre a eficácia de combustível/eficácia total do motor e os óxidos de nitrogênio NO_x produzidos pelo menos. Essa correlação especifica que para um determinado sistema há uma conexão positiva entre óxidos de nitrogênio NO_x produzida e eficácia de combustível, em outras palavras, um motor que pode emitir mais óxidos de nitrogênio NO_x pode ser induzido a consumir

menos combustível, por exemplo, por meio de uma seleção mais ideal da temporização de injeção, que pode render uma eficácia de combustão superior. De modo similar, frequentemente há uma correlação negativa entre uma massa de partícula produzida PM e a eficácia de combustível, o que significa que uma emissão aumentada de massa de partícula PM do motor é conectada a um consumo de combustível aumentado. Essa correlação é o antecedente do uso difundido dos sistemas de tratamento de escape que compreendem um catalisador de SCR, em que a intenção é a otimização do motor em relação ao consumo de combustível, e a emissão de partículas em relação a uma quantidade relativamente maior de óxidos de nitrogênio NO_x produzida. Uma redução desses óxidos de nitrogênio NO_x, então, é executada no sistema de tratamento de escape que, assim, também pode compreender um catalisador de SCR. Através de uma abordagem integrada no projeto do motor e o sistema de tratamento de escape, em que o motor e o tratamento de escape se complementam, uma alta eficácia de combustível pode, portanto, ser alcançada juntamente com baixas emissões tanto de partículas PM como de óxidos de nitrogênio NO_x.

BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[0009] Até um certo ponto, o desempenho do sistema de tratamento de escape pode ser melhorado aumentando-se os volumes de substrato compreendidos no sistema de tratamento de escape o que, em particular, reduz as perdas devido à distribuição não uniforme do fluxo de escape através do substrato. Ao mesmo tempo, um volume de substrato maior fornece uma contrapressão maior, que pode anular ganhos na eficácia de combustível devido ao grau de conversão superior. Os volumes de substrato maiores também implicam em um custo aumentado. Portanto, é importante que se possa usar o sistema de tratamento de escape de modo ideal, por exemplo, evitando-se o superdimensionamento e/ou limitando-se a difusão do sistema de tratamento de escape em termos de tamanho e/ou custo de fabricação.

[0010] A função e a eficácia para catalisadores em general e para catalisadores de redução em particular, são fortemente dependentes da temperatura ao longo do catalisador de redução. O termo "temperatura ao longo do catalisador de redução"

como usado no presente documento, significa a temperatura dentro/em/para a corrente de escape através do catalisador de redução. O substrato irá assumir essa temperatura devido à sua capacidade para troca de calor. A uma baixa temperatura ao longo do catalisador de redução, a redução de óxidos de nitrogênio NO_x é tipicamente ineficaz. A fração de NO_2/NO_x nos escapes fornece um determinado potencial para aumentar a atividade catalítica, também em temperaturas de escape inferiores. A temperatura e a fração de NO_2/NO_x ao longo do catalisador de redução são, entretanto, geralmente difíceis de controlar, visto que as mesmas, a uma grande extensão, dependem de inúmeros fatores, como a forma como um condutor conduz o veículo. Por exemplo, a temperatura ao longo do catalisador de redução depende do torque exigido de um condutor e/ou de um piloto automático, da aparência da seção de estrada em que o veículo está localizado e/ou do estilo de condução do condutor.

[0011] Os sistemas de tratamento de escape da técnica anterior, como o sistema descrito em detalhes abaixo, que muitos produtores usaram para satisfazer o padrão de emissão Euro VI (doravante chamado de "Sistema Euro VI"), que compreende um catalisador de oxidação, um filtro de particulado de diesel e um catalisador de redução, têm problemas relacionados à grande massa/inércia térmica dos catalisadores/filtros e a grande massa/inércia térmica do resto do sistema de tratamento de escape, que compreende, por exemplo, canos de escape, silenciadores e várias conexões. Por exemplo, em partidas a frio, em que tanto o motor quanto o sistema de tratamento de escape estão frios e uma aceleração a partir de baixas temperaturas de escape, em que mais torque do que anteriormente é necessário, por exemplo, quando uma condução urbana fácil se torna uma condução de rodovia ou após uma inatividade e decolagem de potência, é principalmente a grande massa/inércia térmica do filtro de particulado de diesel que faz com que a temperatura do catalisador de redução aumente apenas lentamente em tais sistemas de tratamento de escape da técnica anterior. Dessa forma, por exemplo, em partidas a frio e em operação de veículo com elementos de temperatura e/ou de fluxo transiente, a função do catalisador de redução deteriora e,

consequentemente, a redução de óxidos de nitrogênio NO_x também deteriora. Essa deterioração pode resultar em uma purificação de escape insuficiente, arriscando uma poluição desnecessária do ambiente. Adicionalmente, devido à deterioração da função do catalisador de redução, o risco de não alcançar as exigências de regulamento em relação à purificação de escape aumenta. O consumo de combustível também pode ser impactado de modo adverso pela função de deterioração, visto que a energia de combustível pode precisar, então, ser usada a fim de aumentar a temperatura e eficácia do catalisador de redução por meio de diferentes medições de aumento de temperatura.

[0012] Um objetivo da presente invenção é aprimorar a purificação de escapes em um sistema de tratamento de escape, ao passo que aprimora as condições para alcançar uma eficácia de combustível superior.

[0013] Esses objetivos são alcançados através do sistema de tratamento de escape mencionado acima de acordo com a porção de caracterização, da reivindicação 1. Esse objetivo é alcançado, também, através do método mencionado acima de acordo com a porção de caracterização da reivindicação 17.

[0014] Através do uso da presente invenção, um tratamento mais eficaz quanto à temperatura dos escapes é alcançado, visto que o primeiro dispositivo catalisador de redução encaixado a montante no sistema de tratamento de escape, de acordo com a invenção pode, em alguns modos de operação, opera a temperaturas mais favoráveis do que as temperaturas do segundo dispositivo catalisador de redução encaixado a jusante. Por exemplo, em partidas a frio e na aceleração de temperaturas baixas, o primeiro dispositivo catalisador de redução alcança mais cedo as temperaturas de operação em que uma redução eficaz de óxidos de nitrogênio NO_x é obtida. Dessa forma, de acordo com a invenção, o calor disponível é usado de uma maneira mais eficaz quanto à energia, resultando em uma redução anterior e/ou mais eficaz de óxidos de nitrogênio NO_x , por exemplo, em partidas a frio e na aceleração de temperaturas baixas de escape, do que seria possível com os sistemas de tratamento de escape da técnica anterior descritos acima.

[0015] Em outros determinados modos de operação, de modo similar, o segundo dispositivo catalisador de redução encaixado a jusante pode operar a temperaturas mais favoráveis do que as temperaturas do primeiro dispositivo catalisador de redução encaixado a montante.

[0016] Através do uso da invenção, diferentes inércias térmicas são obtidas para o primeiro e o segundo dispositivo catalisador de redução, o que significa que esses primeiro e segundo dispositivos de catalisador de redução podem ser otimizados de modo diferente em relação à atividade e seletividade. Dessa forma, o primeiro e o segundo dispositivos de catalisador de redução podem ser otimizados a partir de uma perspectiva de sistema, ou seja, a partir de uma perspectiva relacionada a toda a função do sistema de tratamento de escape e, portanto, podem ser usados para fornecer uma purificação mais eficaz de modo geral dos escapes do que os catalisadores otimizados separados poderiam fornecer. Tal otimização do primeiro e do segundo dispositivos de catalisador de redução de acordo com a invenção pode ser usada para fornecer essa purificação mais eficaz de modo geral, por exemplo, na partida a frio, porém, também substancialmente em todas as operações de veículo, visto que os elementos de temperatura e/ou de fluxo transiente ocorrem frequentemente, também, na operação de veículo normal. Conforme mencionado acima, a invenção também pode ser usada para a purificação de escape em outras unidades diferentes de veículos, como em diferentes tipos de embarcações, em que uma purificação mais eficaz de modo geral dos escapes da unidade é obtida.

[0017] A presente invenção usa a inércia/massa térmica do filtro de particulado para a vantagem da função, através da otimização da função tanto para o primeiro quanto para o segundo dispositivos de catalisador de redução, com base nessa inércia. Consequentemente, através da presente invenção, uma cooperação/simbiose é obtida entre o primeiro dispositivo catalisador de redução, que é otimizado para a primeira massa térmica e a primeira função de temperatura/processo de temperatura ao qual é exposta e o segundo dispositivo catalisador de redução, que é otimizado para a segunda massa térmica e o segundo processo de temperatura ao qual é exposto.

[0018] O primeiro dispositivo catalisador de redução e/ou o segundo dispositivo catalisador de redução pode, portanto, ser otimizado com base em características, por exemplo, características catalíticas para o segundo dispositivo catalisador de redução e/ou o primeiro dispositivo catalisador de redução. Por exemplo, o segundo dispositivo catalisador de redução pode ser construído/selecionado de modo que suas características catalíticas em temperaturas baixas se tornem menos eficazes, facilitando que suas características catalíticas a altas temperaturas possam ser otimizadas. Se essas características catalíticas do segundo dispositivo catalisador de redução forem levadas em consideração, as características catalíticas do primeiro dispositivo catalisador de redução podem, então, ser otimizadas de tal maneira que não precise ser tão eficaz a altas temperaturas.

[0019] Essas possibilidades de otimizar o primeiro dispositivo catalisador de redução e/ou o segundo dispositivo catalisador de redução significam que a presente invenção fornece uma purificação de escape que é adequada para emissões que surgem substancialmente em todos os tipos de modos de condução, especialmente para uma operação altamente transiente, que resulta em uma temperatura e/ou perfil de fluxo variáveis. A operação transiente pode, por exemplo, compreender relativamente muitas partidas e frenagens do veículo ou relativamente muitas inclinações de subida e descida. Visto que relativamente muitos veículos como, por exemplo, ônibus que frequentemente param em pontos de ônibus e/ou veículos conduzidos em tráfego urbano ou topografia montanhosa, experimentam tal operação transiente, a presente invenção fornece uma purificação de escape importante e muito útil, que reduz as emissões gerais dos veículos em que a mesma é implantada.

[0020] A presente invenção, portanto, usa a massa térmica e troca de calor anteriormente problemáticas, principalmente, no filtro de particulado no Sistema Euro VI como uma característica positiva. O sistema de tratamento de escape de acordo com a presente invenção pode, de modo similar ao Sistema Euro VI, contribuir com o calor para a corrente de escape e o dispositivo catalisador de redução encaixado a jusante durante breves períodos de arraste ou outra operação

de baixa temperatura, se tal operação de baixa temperatura foi precedida pela operação com temperaturas de operação superiores. Devido à sua inércia térmica, o filtro de particulado nesse ponto é mais quente do que a corrente de escape e, conseqüentemente, a corrente de escape pode ser aquecida pelo filtro de particulado.

[0021] Adicionalmente, essa boa característica é complementada pelo fato de que o dispositivo catalisador de redução colocado a montante pode, especialmente na operação transiente, usar a temperatura superior que surge em relação à aceleração. Dessa forma, o primeiro dispositivo catalisador de redução experimenta uma temperatura superior após a aceleração, do que o segundo dispositivo catalisador de redução experimenta. Tal temperatura superior para o primeiro dispositivo catalisador de redução é usada pela presente invenção a fim de aprimorar a redução de NO_x do primeiro dispositivo catalisador de redução. A presente invenção, que usa dois dispositivos de catalisador de redução, pode usar ambas as características positivas através da adição de uma possibilidade de redução de NO_x com uma pequena inércia térmica, ou seja, o sistema de tratamento de escape de acordo com a invenção compreende tanto uma conversão de NO_x a montante de uma grande inércia térmica e uma conversão de NO_x a jusante de uma grande inércia térmica. O sistema de tratamento de escape de acordo com a presente invenção pode, então, de uma maneira eficaz quanto à energia, usar um calor disponível a um máximo, o que significa que o calor rápido e "não filtrado" experimentado pelo dispositivo catalisador de redução colocado a montante também pode ser usado para tornar o sistema de tratamento de escape de acordo com a invenção eficaz.

[0022] O sistema de tratamento de escape de acordo com a presente invenção tem potencial para satisfazer as exigências de emissão no padrão de emissão Euro VI. Adicionalmente, o sistema de tratamento de escape, de acordo com a presente invenção tem potencial para satisfazer as exigências de emissão em vários outros padrões de emissão existentes e/ou futuros.

[0023] O sistema de tratamento de escape de acordo com a presente invenção pode ser produzido de modo compacto, visto que compreende, em relação ao grau de desempenho/purificação que o mesmo deve entregar, poucas unidades no sistema de tratamento de escape. Essas relativamente poucas unidades não precisam, para um sistema de tratamento de escape equilibrado, de acordo com a presente invenção, ter um grande volume. Visto que a quantidade de unidades e o tamanho dessas unidades é minimizado pela presente invenção, a contrapressão de escape também pode ser limitada, o que implica um consumo de combustível inferior para o veículo. O desempenho catalítico por unidade de volume de substrato pode ser trocado por um volume de substrato menor, para obter uma determinada purificação catalítica. Para um dispositivo de purificação de escape com um tamanho predeterminado e/ou uma geometria externa predeterminada, o que é frequentemente o caso em veículos com espaço limitado para o sistema de tratamento de escape, um volume de substrato menor significa que um volume maior no tamanho predeterminado da purificação de escape pode ser usado para a distribuição, mistura e curva da corrente de escape no dispositivo de purificação de escape. Isso significa que a contrapressão de escape pode ser reduzida para um dispositivo de purificação de escape com um tamanho predeterminado e/ou uma geometria externa predeterminada, se o desempenho por unidade de volume de substrato for aumentado. Dessa forma, o volume total do sistema de tratamento de escape de acordo com a invenção pode ser reduzido em comparação com pelo menos alguns sistemas da técnica anterior. Alternativamente, a contrapressão de escape pode ser reduzida com o uso da presente invenção.

[0024] No uso da presente invenção, a necessidade de um sistema de recirculação de gás de escape (Recirculação de Gás de Escape; EGR) também pode ser reduzida ou eliminada. Uma redução da necessidade de usar um sistema de recirculação de gás de escape tem vantagens, entre outras, relacionadas à robustez, à complexidade de troca de gás e saída de potência.

[0025] Em uma nova produção de veículos, o sistema de acordo com a presente invenção pode ser encaixado facilmente em um custo limitado, visto que o

catalisador de oxidação separado DOC, ou seja, o substrato separado para o catalisador de oxidação DOC e a instalação de tal substrato, que existia em sistemas da técnica anterior na fabricação, é trocado pelo primeiro dispositivo catalisador de redução de acordo com a presente invenção. O retroencaixe de um sistema de tratamento de escape, de acordo com a presente invenção, também pode ser facilmente executado, visto que o catalisador DOC de oxidação, que esteve presente nos sistemas da técnica anterior, também pode, em veículos já produzidos, ser substituído pelo primeiro dispositivo catalisador de redução, de acordo com a presente invenção. Um dispositivo de dosagem adicional será necessário. O filtro de particulado também pode precisar ser substituído. A fim de alcançar uma oxidação de fuligem com base em dióxido de nitrogênio (com base em NO_2) suficiente, a razão do motor entre óxidos de nitrogênio e fuligem (razão entre NO_x /fuligem) e o controle da dosagem de redutor realizado com o primeiro dispositivo de dosagem encaixado a montante no sistema de tratamento de escape de acordo com a invenção pode precisar satisfazer determinados critérios.

[0026] O revestimento de oxidação, por exemplo, que compreende metal precioso que, nos sistemas Euro VI, é localizado no catalisador de oxidação DOC pode, em vez disso, de acordo com uma modalidade da invenção, por exemplo, ser implantado, pelo menos em parte, em um primeiro catalisador do tipo slip SC_1 , que é compreendido no primeiro dispositivo catalisador de redução 331, por meio do qual as condições para uma oxidação de fuligem com base em NO_2 suficiente podem ser obtidas. Dessa forma, um projeto compacto do sistema de tratamento de escape é obtido de acordo com a invenção.

[0027] O revestimento catalítico para o primeiro dispositivo catalisador de redução pode, de acordo com uma modalidade, ser selecionado para que seja robusto para suportar o envenenamento químico, que pode, ao longo do tempo, fornecer um nível mais estável para a razão entre o dióxido de nitrogênio e os óxidos de nitrogênio NO_2/NO_x , alcançando o segundo dispositivo catalisador de redução. O revestimento catalítico protegido também pode, de acordo com uma modalidade, ser

compreendido em um, assim chamado, combicat, que é descrito em maiores detalhes abaixo.

[0028] A presente invenção também tem uma vantagem no sentido de que dois dispositivos de dosagem de cooperação são usados em combinação para a dosagem de um redutor, por exemplo, ureia a montante do primeiro e do segundo dispositivos de catalisador de redução, o que alivia e facilita a mistura e a evaporação potencial do redutor, visto que a injeção do redutor é dividida entre duas posições fisicamente separadas. Isso reduz o risco de o redutor resfriar o sistema de tratamento de escape localmente, o que pode potencialmente formar depósitos nas posições em que o redutor é injetado ou a jusante de tais posições.

[0029] O alívio de vaporização do redutor significa que a contrapressão de escape pode, potencialmente, ser reduzida, visto que a exigência para a conversão de NO_x por etapa de redução é reduzida, de modo que a quantidade de redutor que deve ser vaporizado também seja reduzida, visto que a injeção do redutor é dividida entre duas posições, em comparação com a única posição de dosagem anterior. É possível, ainda, com a presente invenção, reduzir ou interromper completamente a dosagem em uma posição de dosagem e, então, remover os precipitados potenciais que podem surgir com o uso de calor. Consequentemente, por exemplo, uma quantidade de dosagem maior (uma dosagem mais ampla) pode ser permitida na primeira posição de dosagem para o primeiro dispositivo catalisador de redução, visto que os precipitados potenciais podem ser removidos com o calor ao mesmo tempo que as exigências de emissão são satisfeitas pelo segundo dispositivo catalisador de redução durante esse momento. Essa dosagem maior/mais ampla pode ser visualizada como uma dosagem mais agressiva, de modo a fornecer quantidades de dosagem mais próximas a/acima de um valor de limiar de dosagem em que um risco de precipitados/cristalizações de aditivo surge.

[0030] Um exemplo não limitador pode ser que, se o único dispositivo de dosagem no sistema Euro VI fosse otimizado para fornecer uma vaporização e uma distribuição do redutor que fornece uma conversão de NO_x de 98%, a conversão de NO_x dos dois respectivos dispositivos de catalisador de redução no sistema de

tratamento de escape de acordo com a presente invenção pode ser reduzida, por exemplo, para 60% e 95%, respectivamente. As quantidades de redutor que, nesse caso, precisam ser vaporizadas nas duas posições respectivas se tornam inferiores e as alocações de redutor não precisam ser tão otimizadas no sistema de acordo com a invenção como no sistema Euro VI. Uma distribuição ideal e homogênea do redutor, como exigido pelo sistema Euro VI, frequentemente resulta em uma alta contrapressão de escape, visto que uma vaporização/mistura avançada deve ser usada quando o redutor for misturado com os escapes, ou seja, com os óxidos de nitrogênio NO_x. Visto que as exigências para uma distribuição ideal e homogênea de redutor não são tão altas em relação ao sistema de acordo com a presente invenção, há uma possibilidade de reduzir a contrapressão de escape quando a presente invenção é usada.

[0031] As duas posições de dosagem usadas na presente invenção, portanto, facilitam que, em geral, a corrente de escape possa ser abastecida com mais aditivo do que se apenas uma posição de dosagem for usada no sistema. Isso significa que um desempenho aprimorado pode ser fornecido.

[0032] A presente invenção, portanto, fornece uma remoção de carga para a mistura e a vaporização potencial. As posições de dosagem duplas significam, por um lado, que o redutor é misturado e potencialmente vaporizado em duas posições, em vez de ser em uma posição como no Sistema Euro VI e, por outro lado, as posições de dosagem duplas significam que níveis de conversão inferiores e, portanto, uma dosagem com uma razão menos desfavorável pode ser usada. A influência do tamanho do nível de conversão e a razão da dosagem é descrita em maiores detalhes abaixo.

[0033] Para modalidades que usam aditivos na forma líquida, a vaporização também é aprimorada quando o sistema de acordo com a invenção é usado. Isso se deve ao fato de que, por um lado, a quantidade total de aditivo com a qual a corrente de escape é abastecida é dividida em duas posições de dosagem fisicamente separadas e, por outro lado, o sistema pode ser carregado de modo mais pesado do que os sistemas com apenas uma posição de dosagem. O sistema pode ser

carregado de modo mais pesado visto que a dosagem na posição em que o resíduo de aditivo potencialmente surge pode, onde for necessário, ser reduzida/fechada com o sistema de acordo com a invenção, ao passo que os critérios para as emissões totais simultaneamente podem ser satisfeitos.

[0034] O sistema de tratamento de escape de acordo com a presente invenção também fornece uma robustez contra erros nas quantidades de dosagem de redutor. De acordo com uma modalidade da presente invenção, um sensor de NO_x é colocado entre os dois dispositivos de dosagem no sistema de tratamento de escape. Isso significa que é possível corrigir um erro de dosagem potencial no primeiro dispositivo de dosagem, em relação à administração de uma dose com o segundo dispositivo de dosagem.

[0035] A tabela 1 abaixo mostra um exemplo não limitador de níveis de conversão e emissões, que são o resultado de um erro de dosagem de 10 % para o redutor em um caso com NO_x a 10 g/kWh. No sistema com uma etapa de redução, de acordo com o exemplo, uma conversão de 98% de NO_x é necessária. A fim de fornecer uma conversão de 98% de NO_x no sistema de tratamento de escape com duas etapas de redução, uma conversão de 60% de NO_x é necessária para o primeiro dispositivo catalisador de redução, e uma conversão de 95% de NO_x é necessária para o segundo dispositivo catalisador de redução. Conforme ilustrado na tabela, um sistema com uma etapa de redução, como no sistema Euro VI, resulta em uma emissão de 1,18 g/kWh. Duas etapas de redução, como em um sistema de acordo com a presente invenção, em vez disso, resulta na emissão de 0,67 g/kWh de acordo com o exemplo. Essa emissão resultante consideravelmente inferior para o sistema de acordo com a presente invenção é o resultado matemático do uso dos dois pontos/etapas de redução de dosagem, conforme ilustrado pela tabela 1. O sensor de NO_x colocado entre os dois dispositivos de dosagem fornece essa possibilidade de corrigir o erro de dosagem no primeiro dispositivo de dosagem, em relação à dosagem com o segundo dispositivo de dosagem.

	Razão de transformação necessária	Razão de transformação alcançada com uma imprecisão de dosagem de 10%	Emissão alcançada [g/kwh]
Uma redução	98%	88,2%	1,18
Duas reduções	98%		
	Etapa 1 - 60%	54%	4,60
	Etapa 2 - 95%	85,5%	0,67

TABELA 1

[0036] Essa modalidade pode ser implantada com um baixo nível de complexidade adicionada, visto que um sensor de NO_x, que já está presente no sistema Euro VI atual, pode ser usado em relação à correção. O sensor de NO_x normalmente está assentado na entrada de silenciador. Visto que o primeiro dispositivo catalisador de redução e sua primeira dosagem na presente invenção não precisa, necessariamente para remover todos os óxidos de nitrogênio NO_x da corrente de escape, o primeiro dispositivo catalisador de redução e sua primeira dosagem, pode suportar potencialmente nenhuma informação medida a respeito de óxidos de nitrogênio NO_x a montante do primeiro dispositivo catalisador de redução. Entretanto, é importante obter informações corretas, ou seja, informações com uma precisão relativamente alta, a respeito de óxidos de nitrogênio NO_x a montante do segundo dispositivo catalisador de redução, visto que as emissões no segundo dispositivo catalisador de redução devem ser reduzidas a baixos níveis, frequentemente a níveis próximos de zero. Essa posição, isto é, a posição no segundo dispositivo catalisador de redução ou a montante do mesmo deve, portanto, de acordo com uma modalidade da invenção, ser adequado equipado com um sensor de NO_x. Tal sensor de NO_x pode, portanto, de acordo com uma modalidade, ser colocado a jusante do filtro de particulado, que também é um ambiente agressivo de uma perspectiva de envenenamento químico, em comparação com o ambiente a montante do filtro de particulado.

[0037] Adicionalmente, uma adaptação/calibração de vários sensores de NO_x no sistema de tratamento de escape pode ser facilmente executada no sistema, de acordo com a presente invenção, visto que os sensores podem ser submetidos ao mesmo nível de NO_x, ao mesmo tempo que os níveis de emissão podem ser mantidos a níveis razoáveis durante a adaptação/calibração. Para o sistema Euro VI, por exemplo, a adaptação/calibração frequentemente implica no fato de que as emissões se tornam muito altas durante, e também parcialmente após, a adaptação/calibração em si.

[0038] Conforme mencionado acima, o primeiro e o segundo dispositivos de catalisador de redução podem ser otimizados individualmente e em consideração à função de todo o sistema de tratamento de escape, que pode resultar em uma purificação geralmente muito eficaz dos escapes. Essa otimização individual também pode ser usada para reduzir um ou vários dos volumes admitidos pelo primeiro e pelo segundo dispositivos de catalisador de redução, de modo que um sistema de tratamento de escape compacto seja obtido.

[0039] Para o que foi mencionado acima, o exemplo não limitador, em que a conversão de NO_x que corresponde aos dois dispositivos de dosagem respectivos no sistema de tratamento de escape de acordo com a presente invenção pode constituir 60% ou 95%, respectivamente, o sistema de tratamento de escape de acordo com a invenção teoricamente exige um volume total para o primeiro e o segundo dispositivos de catalisador de redução, igualando o tamanho necessário do dispositivo catalisador de redução no sistema Euro VI, para fornecer uma conversão de NO_x que representa 98% com apenas um catalisador de redução.

[0040] Na prática, entretanto, a exigência do Sistema Euro VI em relação ao nível de conversão de 98% significa que é necessário um volume de catalisador maior do que os volumes de catalisador que representam a soma dos níveis de conversão inferiores a 60% e 95%, respectivamente, de acordo com as exigências da presente invenção. Isso se deve à relação não linear entre o volume e o nível de conversão. Em altos níveis de conversão como, por exemplo 98%, as imperfeições na distribuição de escapes e/ou o redutor impacta a exigência para o volume de

catalisador a uma extensão maior. Altos níveis de conversão também exigem um volume de catalisador maior, visto que os altos níveis de conversão resultam em um maior nível de deposição/cobertura do redutor na superfície de catalisador. Há um risco de que tal redutor depositado possa, então, deossorver em algumas condições de escape, isto é, um chamado deslizamento de amônia pode surgir.

[0041] Um exemplo do efeito da distribuição de redutor e o efeito do deslizamento de NH_3 crescente é ilustrado na Figura 6. A Figura mostra que a razão, ou seja, o gradiente/derivado, para o nível de conversão (eixo geométrico y para a esquerda) diminui em relação à estequiometria (eixo geométrico x) em altos níveis de conversão, ou seja, a curva para o nível de conversão se torna plana para altos níveis de conversão, o que, entre outras coisas, se deve às imperfeições na distribuição de escapes e/ou redutor. A Figura também mostra que, um aumento de deslizamento de NH_3 (eixo geométrico y para a direita) surge em níveis de conversão superiores. Em valores superiores a um (1) para a estequiometria, é adicionado mais redutor do que, teoricamente é necessário, o que também aumenta o risco de deslizamento de NH_3 .

[0042] A presente invenção também facilita, de acordo com uma modalidade, o controle de uma razão de NO_2/NO_x entre a quantidade de dióxido de nitrogênio NO_2 e a quantidade de óxidos de nitrogênio NO_x , para a segunda etapa de redução, que significa que o sistema pode evitar valores excessivamente altos para essa razão, por exemplo, evitando $\text{NO}_2/\text{NO}_x > 50\%$ e que o sistema, aumentando-se a dosagem, pode aumentar o valor para a razão NO_2/NO_x quando o valor for muito baixo, por exemplo, se $\text{NO}_2/\text{NO}_x < 50\%$. O valor para a razão NO_2/NO_x pode, no presente documento, por exemplo, através do uso de uma modalidade da presente invenção, ser aumentado através da redução do nível de óxidos de nitrogênio NO_x . A razão NO_2/NO_x pode assumir valores inferiores, por exemplo, após o sistema envelhecer por algum tempo. A presente invenção, portanto, fornece uma possibilidade para anular essa característica que é deteriorada ao longo do tempo e é negativa para o sistema, resultando em valores que são muito baixos para a razão NO_2/NO_x . Através do uso da presente invenção, o nível de dióxido de nitrogênio NO_2 pode, portanto,

ser controlado ativamente, o que se torna possível pelo fato de que o nível de NO_x pode ser ajustado a montante de um componente que compreende um revestimento cataliticamente oxidante, que pode ser disposto a jusante do primeiro dispositivo catalisador de redução. Esse controle da razão NO_2/NO_x pode, além das vantagens no desempenho catalítico, como uma conversão de NO_x superior, fornecer também uma possibilidade de reduzir especificamente as emissões de dióxido de nitrogênio NO_2 , o que resulta em uma emissão muito venenosa e de odor forte. Isso pode resultar em vantagens em uma futura introdução potencial de uma exigência reguladora separada em relação ao dióxido de nitrogênio NO_2 e facilitar uma redução de emissões prejudiciais de dióxido de nitrogênio NO_2 . Isso pode ser comprado, por exemplo, com o sistema Euro VI, em que a fração de dióxido de nitrogênio NO_2 fornecida na purificação de escape pode não ser impactada no sistema de tratamento de escape em si.

[0043] Em outras palavras, o controle ativo do nível de dióxido de nitrogênio NO_2 é facilitado no uso da presente invenção, em que o controle ativo pode ser usado para aumentar o nível de dióxido de nitrogênio NO_2 em modos de condução para os quais isso é necessário. Consequentemente, um sistema de tratamento de escape pode ser selecionado/especificado, o que, por exemplo, exige menos metal precioso e, portanto, também é menos dispendioso para fabricar.

[0044] Se a fração da conversão total de óxidos de nitrogênio NO_x que ocorre por meio de uma trajetória de reação rápida, ou seja, por meio de uma SCR rápida, em que a redução ocorre por meio de trajetórias de reação tanto por óxido de nitrogênio NO quanto por dióxido de nitrogênio NO_2 , puder ser aumentada através do controle ativo do nível de dióxido de nitrogênio NO_2 , então, a exigência de volume de catalisador descrita acima também pode ser reduzida. De acordo com uma modalidade da presente invenção, o primeiro dispositivo catalisador de redução no sistema de tratamento de escape é ativo em um intervalo de temperatura de redução inferior T_{red} do que o intervalo de temperatura de oxidação T_{ox} necessário para que a oxidação de fuligem com base em dióxido de nitrogênio no filtro de particulado DPF. Como um exemplo, a oxidação de fuligem com base em dióxido de nitrogênio no

filtro de particulado DPF pode ocorrer a temperaturas que excedem 275 °C. Através do presente documento, a redução de óxidos de nitrogênio NO_x no primeiro dispositivo catalisador de redução não compete significativamente com a oxidação de fuligem no filtro de particulado DPF, visto que são ativas, pelo menos em parte, em intervalos diferentes de temperatura $T_{\text{red}} \neq T_{\text{ox}}$. Por exemplo, um primeiro dispositivo catalisador de redução bem selecionado e otimizado pode resultar em uma conversão significativa de óxidos de nitrogênio NO_x a aproximadamente 200 °C, o que significa que esse primeiro dispositivo catalisador de redução não precisa competir com o desempenho de oxidação de fuligem do filtro de particulado.

[0045] Com o uso da presente invenção, as emissões secundárias, como as emissões de amônia NH_3 e/ou óxido nitroso (gás de riso) N_2O podem ser reduzidas em relação a um determinado nível de conversão e/ou um determinado nível de NO_x . Um catalisador, por exemplo, um SC (Catalisador do tipo slip), que pode ser compreendido na segunda etapa de redução se as emissões para determinadas jurisdições precisarem ser reduzidas para níveis muito baixos, pode ter uma determinada seletividade, por exemplo, contra óxido nitroso N_2O , o que significa que a redução do nível de NO_x através do uso da etapa de redução adicional de acordo com a presente invenção também desloca os níveis resultantes para óxido nitroso N_2O de modo descendente. Os níveis resultantes para amônia NH_3 podem ser deslocados de modo descendente de uma maneira similar quando a presente invenção é usada.

[0046] Através do uso da presente invenção, uma melhor otimização de combustível pode ser obtida para o veículo, visto que, portanto, há o potencial para controlar o motor de uma maneira mais eficaz quanto ao combustível, de modo que uma eficácia superior para o motor seja obtida. Dessa forma, um ganho de desempenho e/ou uma emissão reduzida de dióxido de carbono CO_2 pode ser obtido quando a presente invenção for usada.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[0047] A invenção será ilustrada em maiores detalhes abaixo, juntamente com os desenhos anexos, em que referências similares são usadas para partes similares, e em que:

[0048] A Figura 1 mostra um veículo exemplificativo que pode compreender a presente invenção.

[0049] A Figura 2 mostra um sistema de tratamento de escape tradicional.

[0050] A Figura 3 mostra um sistema de simulação de exemplo de acordo com aspectos da presente invenção.

[0051] A Figura 4 mostra um fluxograma para o método para tratamento de escape de acordo com a invenção,

[0052] A Figura 5 mostra um dispositivo de controle de acordo com a presente invenção.

[0053] A Figura 6 mostra, entre outras coisas, uma razão entre a conversão de NO_x e o deslizamento de NH_3 .

[0054] A Figura 7 mostra esquematicamente um catalisador do tipo slip multifuncional.

DESCRIÇÃO DE MODALIDADES PREFERENCIAIS

[0055] A Figura 1 mostra esquematicamente um veículo exemplificativo 100, que compreende um sistema de tratamento de escape 150, que pode ser um sistema de tratamento de escape 150 de acordo com uma modalidade da presente invenção. O trem de potência compreende um motor a combustão 101 que, de uma maneira costumeira, por meio de um eixo de saída 102 no motor a combustão 101, geralmente por meio de um volante de motor, é conectado a uma caixa de engrenagens 103 por meio de uma embreagem 106.

[0056] O motor a combustão 101 é controlado pelo sistema de controle do motor por meio de um dispositivo de controle 115. De modo semelhante, a embreagem 106 e a caixa de engrenagens 103 podem ser controladas pelo sistema de controle do veículo com o auxílio de um ou mais dispositivos de controle aplicáveis (não mostrados). Naturalmente, a linha de transmissão do veículo também pode ser de

outro tipo, como um tipo com uma caixa de engrenagens automática convencional de um tipo com uma linha de transmissão híbrida, etc.

[0057] Um eixo de saída 107 a partir da caixa de engrenagens 103 aciona as rodas 113, 114 por meio de uma condução final 108 como, por exemplo, um diferencial costumeiro e os eixos de acionamento 104, 105 conectados à dita condução final 108.

[0058] O veículo 100 também compreende um sistema de tratamento de escape/sistema de purificação de escape 150 para tratamento/purificação de emissões de escape resultantes a partir de uma combustão na câmara de combustão do motor a combustão 101, que pode consistir em cilindros.

[0059] A Figura 2 mostra um sistema de tratamento de escape da técnica anterior 250, que pode ilustrar o Sistema Euro VI mencionado acima, e que é conectado a um motor a combustão 201 por meio de um conduto de escape 202, em que os escapes gerados na combustão, ou seja, a corrente de escape 203, são indicados com setas. A corrente de escape 203 é levada a um filtro de particulado de diesel (DPF) 220, por meio de um catalisador de oxidação de diesel (DOC) 210. Durante a combustão no motor a combustão, as partículas de fuligem são formadas e o filtro de particulado 220 é usado para capturar essas partículas de fuligem. A corrente de escape 203 é, no presente documento, conduzida através de uma estrutura de filtro, em que as partículas de fuligem são capturadas a partir da corrente de escape 203 que atravessam e são armazenadas no filtro de particulado 220.

[0060] O catalisador de oxidação DOC 210 tem várias funções e normalmente é usado principalmente para oxidar, durante o tratamento de escape, os hidrocarbonetos C_xH_y restantes (também chamados de HC) e monóxido de carbono CO na corrente de escape 203 em dióxido de carbono CO_2 e água H_2O . O catalisador de oxidação DOC 210 também pode oxidar uma grande fração dos monóxidos de nitrogênio NO que ocorrem na corrente de escape em dióxido de nitrogênio NO_2 . A oxidação de monóxido de nitrogênio NO em dióxido de nitrogênio NO_2 é importante para a oxidação de fuligem com base em dióxido de nitrogênio no

filtro, e também é vantajosa em uma redução subsequente potencial de óxidos de nitrogênio NO_x . Nesse sentido, o sistema de tratamento de escape 250 compreende adicionalmente um catalisador de SCR (Redução Catalítica Seletiva) 230 a jusante do filtro de particulado DPF 220, os catalisadores de SCR usam amônia NH_3 ou uma composição a partir da qual a amônia pode ser gerada/formada, por exemplo, ureia, como um aditivo para a redução de óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape. A taxa de reação dessa redução é impactada, entretanto, pela razão entre monóxido de nitrogênio NO e dióxido de nitrogênio NO_2 na corrente de escape, de modo que a reação redutora é impactada em uma direção positiva pela oxidação anterior de NO em NO_2 no catalisador de oxidação DOC. Isso se aplica até um valor que representa aproximadamente 50% da razão molar de NO_2/NO_x . Para frações superiores da razão molar de NO_2/NO_x , ou seja, para valores que excedem 50%, a velocidade de reação é impactada de uma maneira fortemente negativa.

[0061] Conforme mencionado acima, o catalisador de SCR 230 exige aditivos para reduzir a concentração de um composto como, por exemplo, óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape 203. Tal aditivo é injetado na corrente de escape a montante do catalisador de SCR 230 (não mostrado na Figura 2). Tal aditivo frequentemente é com base em amônia e/ou ureia ou consiste em uma substância a partir da qual a amônia pode ser extraída ou liberada e pode, por exemplo, consistir em AdBlue, que consiste basicamente em ureia misturada com água. A ureia forma amônia mediante o aquecimento (termólise) e mediante a catálise heterogênea em uma superfície oxidante (hidrólise), em que tal superfície, por exemplo, pode consistir em dióxido de titânio TiO_2 , no catalisador de SCR. O sistema de tratamento de escape também pode compreender um catalisador de hidrólise separado.

[0062] O sistema de tratamento de escape 250 também é equipado com um catalisador do tipo slip SC 240, que é disposto para oxidar um excesso de amônia que pode permanecer após o catalisador de SCR 230. Consequentemente, o catalisador do tipo slip SC pode fornecer um potencial para aprimorar a conversão total/redução de NO_x do sistema.

[0063] O sistema de tratamento de escape 250 também é equipado com um ou vários sensores, como um ou vários sensores de NO_x e/ou de temperatura 261, 262, 263, 264 para a determinação de óxidos de nitrogênio e/ou temperaturas no sistema de tratamento de escape.

[0064] O sistema de tratamento de escape da técnica anterior mostrado na Figura 2, ou seja, o Sistema Euro VI, tem um problema em que os catalisadores são trocadores de calor eficazes que, juntamente com o restante do sistema de escape, que compreende, por exemplo, o conduto de escape 202, assim como material e espaço para silenciamento e várias conexões, têm uma massa/inércia térmica substancial. Em partidas em que a temperatura de catalisador está abaixo de sua temperatura de operação ideal que pode, por exemplo, ser aproximadamente 300 °C e a uma aceleração de temperaturas de escape baixas que podem, por exemplo, ocorrer quando transições de condução de cidade leves para condução de estrada ou após a inatividade e decolagem de potência, a temperatura de escape é filtrada por essa grande massa térmica. Consequentemente, a função e, portanto, a eficácia da redução, são impactadas, por exemplo, pelos óxidos de nitrogênio NO_x no catalisador de SCR 230, o que pode implicar no fato de que uma purificação de escape insuficiente é fornecida pelo sistema mostrado na Figura 2. Isso significa que uma quantidade menor de óxidos de nitrogênio NO_x emitidos pode ter permissão para ser liberada a partir do motor 101, em comparação com se a possibilidade de a purificação de escape tiver sido mais eficaz, o que pode levar às exigências para um motor mais complexo e/ou uma eficácia de combustível inferior.

[0065] No sistema de tratamento de escape da técnica anterior, também há um risco de que o redutor relativamente frio resfrie as partes do cano de escape localmente e possa, assim, originar precipitados. Esse risco de precipitados a jusante da injeção aumenta se a quantidade injetada de redutor precisar ser grande.

[0066] Entre outras coisas, para compensar pela disponibilidade limitada de temperatura de calor, por exemplo, em partidas a frio e em operação com uma baixa carga, uma assim chamada SCR rápida pode ser usada para controlar a redução, de modo que a mesma ocorra a uma extensão tão grande quanto possível por meio de

trajetórias de reação tanto por óxido de nitrogênio NO quanto por dióxido de nitrogênio NO₂. Como uma SCR rápida, a reação usa partes iguais de monóxido de nitrogênio NO e de dióxido de nitrogênio NO₂, o que significa que um valor ideal da razão molar de NO₂/NO_x é próximo de 50%,

[0067] Em algumas condições em relação à temperatura ao fluxo de catalisador, isto é, para um determinado tempo de espera no catalisador ("Velocidade de Espaço"), há um risco de que uma fração não vantajosa de dióxidos de nitrogênio NO₂ seja obtida. Especificamente, há um risco de que a razão de NO₂/NO_x exceda 50%, o que pode constituir um problema real para a purificação de escape. Uma otimização da razão de NO₂/NO_x para os modos de operação de temperatura baixa crítica mencionados acima, portanto, arrisca fornecer uma fração muito alta de dióxidos de nitrogênio NO₂ em outros modos de operação, por exemplo, temperaturas superiores. Essa fração superior de dióxidos de nitrogênio NO₂ resulta em uma exigência de volume maior para o catalisador de SCR e/ou em uma limitação da quantidade de óxidos de nitrogênio liberados a partir do motor e, conseqüentemente, em uma eficácia de combustível mais insatisfatória para o veículo. Adicionalmente, há um risco de que uma fração superior de dióxidos de nitrogênio NO₂ também resulte em emissões de gás de riso N₂O. Esses riscos de uma fração não vantajosa de dióxido de nitrogênio NO₂ que surge também existe devido ao envelhecimento do sistema. Por exemplo, a razão de NO₂/NO_x pode assumir valores inferiores quando o sistema envelhecer, o que pode implicar no fato de que uma especificação de catalisador, que resulta em frações muito altas de NO₂/NO_x em um estado não envelhecido, deve ser usada para compensar pelo envelhecimento.

[0068] Uma robustez de controle insatisfatória contra erros de dosagem em relação à quantidade de redutor e/ou uma robustez de controle insatisfatória contra um erro de sensor também pode constituir um problema para o sistema de tratamento de escape em altos níveis de conversão de NO_x.

[0069] Na solução da técnica anterior descrita no documento nº U.S. 2005/0069476, é sugerido que o sistema de escape deva consistir em um

catalisador de SCR conectado de modo rente (ccSCR), que deve ser conectado próximo, a menos do que 1 metro de distância da saída de escape do motor ou do turbo, seguido por um sistema de SCRT a jusante. O sistema de SCRT é definido pelos autores do documento nº U.S. 2005/0069476 como um sistema da técnica anterior na direção da corrente de escape, que compreende um catalisador de DOC, um filtro de DPF, um dispositivo de dosagem de ureia e um catalisador de SCR. Dessa forma, o sistema de tratamento de escape descrito no documento nº U.S. 2005/0069476 consiste nos seguintes componentes separados sequenciais na direção do fluxo da corrente de escape: o catalisador de ccSCR conectado de modo rente, o catalisador de DOC, o filtro de DPF e o catalisador de SCR; ccSCR-DOC-DPF-SCR.

[0070] De acordo com a solução no documento nº U.S. 2005/0069476, o catalisador de ccSCR conectado de modo rente deve ser encaixado próximo ao motor e/ou ao turbo para que o impacto da massa/inércia térmica do cano de escape e/ou do sistema de tratamento de escape seja minimizado, visto que essa massa/inércia térmica deteriora as características de purificação de escape do sistema de tratamento de escape. Contudo, há um risco de que a solução descrita no documento nº U.S. 2005/0069476 possa experimentar problemas de desempenho, visto que nem o catalisador de ccSCR conectado de modo rente nem o catalisador de SCR subsequente são otimizados para uma purificação de escape cooperativa. O catalisador de SCR subsequente no documento nº U.S. 2005/0069476 no mesmo catalisador conforme foi usado anteriormente no sistema de SCRT, o que significa que esse catalisador de SCR subsequente pode se tornar desnecessariamente dispendioso, assim como pode não ser ideal para purificação de escape cooperativa com o ccSCR.

[0071] No documento nº U.S. 2005/0069476 o catalisador de ccSCR conectado de modo rente é adicionado ao sistema de tratamento de escape para solucionar os problemas relacionados à partida a frio, que resulta em uma solução dispendiosa adequada apenas para partidas a frio, em que tal solução, devido ao fato de que contém um dispositivo extra (o catalisador de ccSCR) aumenta potencialmente a

contrapressão no sistema de tratamento de escape e, portanto, potencialmente também aumenta o consumo de combustível. Potencialmente, o consumo de combustível, portanto, aumenta em uma operação diferente das partidas a frio como, por exemplo, em operação de estrada, o que implica em uma saída de potência superior e uma contribuição frequentemente maior para o consumo de combustível total.

[0072] Esses problemas para o sistema descrito no documento nº U.S. 2005/0069476 são solucionados, pelo menos parcialmente, pela presente invenção.

[0073] A Figura 3 mostra esquematicamente um sistema de tratamento de escape 350, que é conectado por meio de um cano de escape 302 a um motor a combustão 301. Os escapes gerados na combustão no motor 301 e a corrente de escape 303 (indicada com setas) são levados a um primeiro dispositivo de dosagem 371, disposto para adicionar um primeiro aditivo na corrente de escape 303. Um primeiro dispositivo catalisador de redução 331 é disposto a jusante do primeiro dispositivo de dosagem 371. O primeiro dispositivo catalisador de redução 331 é disposto para reduzir óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape 303, através do uso do primeiro aditivo adicionado à corrente de escape pelo primeiro dispositivo de dosagem 371. Em maiores detalhes, o primeiro dispositivo catalisador de redução 371 usa um aditivo, por exemplo, amônia NH_3 ou uma substância a partir da qual a amônia pode ser gerada/formada/liberada para a redução de óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape 303. Esse aditivo, por exemplo, pode consistir no AdBlue mencionado acima.

[0074] De acordo com uma modalidade da invenção, um primeiro catalisador de hidrólise, que pode consistir substancialmente em qualquer revestimento de hidrólise adequado e/ou um primeiro misturador pode ser disposto em conexão com o primeiro dispositivo de dosagem 371. O primeiro catalisador de hidrólise e/ou o primeiro misturador são usados, então, para aumentar a velocidade da decomposição de ureia em amônia e/ou para misturar o aditivo com as emissões e/ou para vaporizar o aditivo.

[0075] O sistema de tratamento de escape 350, de acordo com a presente invenção, compreende um filtro de particulado 320 a jusante do primeiro dispositivo catalisador de redução 331. O filtro de particulado 320 é disposto para capturar e oxidar partículas de fuligem. A corrente de escape 303, no presente documento, é levada através da estrutura de filtro do filtro de particulado, em que as partículas de fuligem são capturadas na estrutura de filtro a partir da corrente de escape 303 que atravessa e são armazenadas e oxidadas no filtro de particulado.

[0076] De acordo com uma modalidade da invenção, o filtro de particulado 320 é disposto de modo que o filtro de particulado 320 é o primeiro componente de sistema de tratamento que a corrente de escape 303 alcança, após ter passado o primeiro dispositivo catalisador de redução 331. Em outras palavras, o filtro de particulado 320 de acordo com as modalidades é conectado a jusante do dispositivo catalisador de redução 331, sem nenhum componente de sistema de tratamento de escape intermediário, exceto as conexões de conduto potencial entre o dispositivo catalisador de redução 331 e o filtro de particulado 320.

[0077] Conforme descrito em maiores detalhes abaixo, o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 compreende pelo menos um primeiro catalisador do tipo slip (SC_1) multifuncional incluindo um revestimento de redução de óxidos de nitrogênio NO_x estando em contato direto com a corrente de escape e uma ou várias substâncias compreendidas no grupo de metais de platina, e/ou uma ou várias outras substâncias que fornecem características similares como dos metais do grupo da platina. Assim, o primeiro catalisador do tipo slip (SC_1) multifuncional é disposto primariamente para executar a redução de óxidos de nitrogênio NO_x e secundariamente a oxidação de um resíduo de aditivo na dita corrente de escape 303, e também para a geração de calor através de pelo menos uma reação exotérmica com a dita corrente de escape 303, o calor gerado possibilitando a regeneração de um ou vários componentes, através dos quais a dita corrente de escape 303 passa. O primeiro dispositivo catalisador de redução 331 pode, de acordo com várias modalidades também compreender um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR_1 , um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR_1 a jusante seguido pelo primeiro catalisador do tipo slip SC_1 ou um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR_1 combinado com um

revestimento de oxidação na parte de saída no mesmo substrato. Quando o filtro de particulado 320 é o primeiro componente de sistema de tratamento de escape alcançado pela corrente de escape 303 após ter passado pelo primeiro dispositivo catalisador de redução 331, substancialmente nenhuma oxidação de óxido de nitrogênio NO e/ou compostos de carbono incompletamente oxidados ocorre entre o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 e o filtro de particulado 320 nessa modalidade.

[0078] Uma vantagem em conectar o filtro de particulado 320 a jusante, do dispositivo catalisador de redução 331, sem nenhum componente do sistema de tratamento de escape intermediário além das conexões de cano em potencial, é que a quantidade de substratos no sistema de tratamento de escape 350 é menor do que, por exemplo, se o catalisador de oxidação DOC fosse disposta entre o filtro de particulado 320 e o dispositivo catalisador de redução 331. Menos substratos resultam em uma possibilidade para um sistema de tratamento de escape compacto 350 com uma contrapressão inferior, que é mais simples e menos dispendioso para fabricar e/ou encaixar.

[0079] O sistema de acordo com a modalidade da presente invenção se refere à purificação do filtro de fuligem através da regeneração/oxidação passiva com base em NO₂ nessas modalidades, em que pelo menos um componente oxidante como, por exemplo, um DOC, é disposto a montante do filtro. Entretanto, a presente invenção também pode ser usada vantajosamente, em conexão com uma regeneração ativa do filtro, ou seja, quando a regeneração é iniciada por uma injeção de combustível a montante do filtro, por exemplo, através do uso de um injetor. Em uma regeneração ativa, o sistema de tratamento de escape de acordo com a invenção tem uma vantagem no sentido de que o primeiro dispositivo catalisador de redução pode lidar, em si, com uma determinada conversão de NO_x ao passo que, devido à regeneração, o segundo dispositivo catalisador de redução disposto a jusante do filtro, experimenta uma temperatura alta de modo que tenha dificuldades para alcançar um alto nível de conversão.

[0080] No uso do sistema de injeção do motor em uma regeneração do filtro de particulado DPF, o primeiro dispositivo catalisador de redução irá auxiliar, pelo menos em parte, o filtro de particulado DPF oxidando parcialmente o combustível principalmente em monóxido de carbono CO. Dessa forma, a regeneração do filtro de particulado DPF é simplificada em comparação com sistemas de tratamento de escape que não têm um primeiro dispositivo catalisador de redução de acordo com a presente invenção.

[0081] A jusante do filtro de particulado DPF 320, o sistema de tratamento de escape 350 é equipada com um segundo dispositivo de dosagem 372, que é disposto para abastecer a corrente de escape 303 com um segundo aditivo, em que tal segundo aditivo compreende amônia NH_3 ou uma substância, por exemplo, AdBlue, a partir da qual a amônia pode ser gerada/formada/liberada conforme descrito acima. O segundo aditivo, no presente documento, pode consistir no mesmo aditivo que o primeiro aditivo mencionado acima, ou seja, o primeiro e o segundo aditivos são do mesmo tipo e também podem, possivelmente, ser provenientes do mesmo tanque. O primeiro e o segundo aditivos também podem ser de tipos diferentes e podem ser provenientes de tanques diferentes.

[0082] De acordo com uma modalidade da invenção, um segundo catalisador de hidrólise e/ou um segundo misturador também pode ser disposto em conexão com o segundo dispositivo de dosagem 372. A função e a modalidade do segundo catalisador de hidrólise e/ou do segundo misturador correspondem às descritas acima para o primeiro catalisador de hidrólise e o primeiro misturador.

[0083] O sistema de tratamento de escape 350 também compreende um segundo dispositivo catalisador de redução 332, que é disposto a jusante do segundo dispositivo de dosagem 372. O segundo dispositivo catalisador de redução 332 é disposto para reduzir os óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape 303 através do uso do segundo aditivo e, se o primeiro aditivo permanecer na corrente de escape 303 quando a mesma alcançar o segundo dispositivo catalisador de redução 332, também através do uso do primeiro aditivo.

[0084] O sistema de tratamento de escape 350 também pode ser equipado com um ou vários sensores, como um ou vários sensores de NO_x 361, 363, 364 e/ou um ou vários sensores de temperatura 362, 363, que são dispostos para a determinação de concentrações e temperaturas de NO_x no sistema de tratamento de escape 350, respectivamente. Uma robustez contra erros em doses administradas de redutor pode ser alcançada por meio de uma modalidade da invenção, em que um sensor de NO_x 363 é colocado entre os dois dispositivos de dosagem 371, 372 e preferencialmente entre o filtro de particulado 320 e o segundo dispositivo de dosagem 372, no sistema de tratamento de escape 350. Isso possibilita, por meio do segundo dispositivo de dosagem 372, a correção de um erro de dosagem potencial, que criou níveis de emissão não previstos a jusante do primeiro dispositivo de redução 371 e/ou do filtro de particulado 320,

[0085] A colocação do sensor de NO_x 363 entre os dois dispositivos de dosagem 371, 372 e, preferencialmente, entre o filtro de particulado DPF 320 e o segundo dispositivo de dosagem 372, também possibilita a correção da quantidade de aditivo administrada pelo segundo dispositivo de dosagem 372 para óxidos de nitrogênio NO_x, que podem ser criados através do filtro de particulado DPF 320 a partir do restante em excesso do aditivo a partir da dosagem executada pelo primeiro dispositivo de dosagem 371.

[0086] O sensor de NO_x 364 a jusante do segundo dispositivo catalisador de redução 332 pode ser usado na retroalimentação de dosagem de aditivo.

[0087] Através do uso do sistema de tratamento de escape 350 mostrado na Figura 3, tanto o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 quanto o segundo dispositivo catalisador de redução 332 podem ser otimizados em relação a uma seleção de características de catalisador para a redução de óxidos de nitrogênio NO_x e/ou em relação aos volumes para o primeiro 331 e o segundo 332 dispositivos de catalisador de redução, respectivamente. Com a presente invenção, o filtro de particulado 320 é usado para a vantagem da função, em relação à forma como sua massa térmica impacta a temperatura do segundo catalisador de redução.

[0088] Considerando-se a inércia térmica do filtro de particulado 320, o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 e o segundo dispositivo catalisador de redução 332, respectivamente, podem ser otimizados em relação à função de temperatura específica que cada um irá experimentar. Devido ao fato de que, de acordo com a presente invenção, o primeiro 331 e o segundo 332 dispositivos de catalisador de redução otimizados são configurados para purificar os escapes em cooperação, o sistema de tratamento de escape 350 pode ser produzido de modo compacto. Visto que o espaço alocado para o sistema de tratamento de escape 350, por exemplo, em um veículo é limitado, é uma grande vantagem fornecer um sistema de tratamento de escape compacto, através de um alto nível de uso dos catalisadores usados de acordo com a presente invenção. Essa exigência de alto nível de uso e de volume menor associado, também fornece uma possibilidade para uma contrapressão reduzida e consequentemente, também, um consumo de combustível inferior.

[0089] A presente invenção fornece um sistema de tratamento de escape 350, que reduz de modo eficaz a quantidade de óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape substancialmente em todos os modos de acionamento, compreendendo especialmente partidas a frio e aceleração, ou seja, torque necessário aumentado, de uma baixa temperatura de escape e uma dedução de carga, ou seja, de um torque necessário reduzido. Dessa forma, o sistema de tratamento de escape 350 de acordo com a presente invenção é adequado substancialmente em todos os modos de condução, o que origina uma evolução de temperatura transiente no tratamento de escape. Um exemplo de tal modo de condução pode consistir em condução de cidade que compreende muitas partidas e desacelerações.

[0090] Os problemas com a tecnologia da técnica anterior, que são relacionados a uma fração muita alta de dióxidos de nitrogênio NO_2 , podem ser resolvidos, pelo menos parcialmente, com o uso da presente invenção, visto que dois dispositivos de catalisador de redução 371, 372 são compreendidos no sistema de tratamento de escape 350. O problema pode ser solucionado combinando-se a presente invenção com o conhecimento de que a quantidade de óxidos de nitrogênio NO_x controla o

tamanho de uma fração de dióxidos de nitrogênio NO_2 que é obtida a jusante de um filtro/substrato revestido com um revestimento de oxidação catalítica, ou seja, a quantidade de óxidos de nitrogênio NO_x pode ser usada para controlar o valor da razão de NO_2/NO_x . Através da redução dos óxidos de nitrogênio NO_x através do primeiro dispositivo catalisador de redução 371 durante a operação a temperaturas baixas, uma exigência a respeito de uma determinada razão entre o dióxido de nitrogênio e os óxidos de nitrogênio NO_2/NO_x nos escapes que alcançam o segundo dispositivo catalisador de redução 372 pode ser satisfeita com uma quantidade de revestimento de oxidação menor e conseqüentemente menos dispendiosa.

[0091] A presente invenção tem uma vantagem no sentido em que o custo de fabricação adicionado como uma consequência da invenção pode ser mantido a um baixo nível, visto que o catalisador de oxidação DOC 210, presente em sistemas da técnica anterior, de acordo com uma modalidade da invenção pode ser substituído na fabricação pelo primeiro dispositivo catalisador de redução 331 de acordo com a presente invenção. Dessa forma, uma operação de fabricação que compreende a montagem do catalisador de oxidação DOC 210 pode ser facilmente substituída por outra operação de fabricação, que compreende a montagem do primeiro dispositivo catalisador de redução 331 de acordo com a presente invenção. Isso resulta em um custo adicionado mínimo à montagem e/ou à fabricação.

[0092] Visto que o catalisador de oxidação DOC 210, presente nos sistemas da técnica anterior, pode ser substituído pelo primeiro dispositivo catalisador de redução 331 de acordo com a presente invenção, o retroencaixe é possível em unidades já fabricadas, que compreendem os sistemas de tratamento de escape, de acordo com a especificação Euro VI. Adicionalmente, é uma exigência que um dispositivo de dosagem adicional seja encaixado no sistema de tratamento de escape, que compreende dispositivos para a mistura e/ou vaporização do aditivo.

[0093] O primeiro dispositivo catalisador de redução 331 no sistema de tratamento de escape 350, de acordo com uma modalidade, é ativo em um intervalo de temperatura de reduto inferior T_{red} ao intervalo de temperatura de oxidação T_{ox} , em que a oxidação de fuligem com base em dióxido de nitrogênio, ou seja, a

oxidação de compostos de carbono incompletamente oxidados no filtro de particulado 320, é ativa. Em outras palavras, a temperatura para um assim chamado "arranque" para a oxidação de fuligem no filtro de particulado 320 é superior ao "arranque" para a redução de óxidos de nitrogênio NO_x no primeiro dispositivo catalisador de redução 331. Consequentemente, a redução de óxidos de nitrogênio NO_x no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 não compete necessariamente com a oxidação de fuligem no filtro de particulado 320, visto que são ativas, pelo menos em parte, em intervalos de temperatura diferentes; $T_{\text{red}} \neq T_{\text{ox}}$.

[0094] O sistema de tratamento de escape, por vezes, exige que o motor gere calor para o sistema de tratamento de escape, para que possa alcançar uma eficácia suficiente em relação à purificação de escape. Essa geração de calor, então, é alcançada devido à eficácia do motor em relação ao consumo de combustível, que é diminuído. Uma característica vantajosa do sistema de tratamento de escape de acordo com a presente invenção, é que o primeiro dispositivo catalisador de redução a montante do filtro pode ser produzido de modo que reaja mais rápido a tal calor gerado, do que seria possível, por exemplo, com o Sistema Euro VI. Portanto, menos combustível é consumido em geral com o uso da presente invenção.

[0095] De acordo com uma modalidade da presente invenção, o motor é controlado de modo que gere tal calor com uma magnitude de modo fazer com que o primeiro dispositivo catalisador de redução alcance uma determinada temperatura/um determinado. Portanto, uma purificação de escape eficaz pode ser obtida, visto que o primeiro dispositivo catalisador de redução pode operar a uma temperatura favorável, ao passo que o aquecimento desnecessário e, portanto, a ineficácia de combustível são evitados.

[0096] Em oposição às soluções da técnica anterior mencionadas acima, o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 de acordo com a presente invenção não precisa ser conectado de modo rente ao motor e/ou ao turbo. O fato de que o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 de acordo com a presente invenção pode ser encaixado mais distante do motor e/ou do turbo e, por exemplo, pode ser localizado no silenciador, tem uma vantagem no sentido de que uma distância de

mistura mais longa para o aditivo pode ser obtida, na corrente de escape entre o motor e/ou o turbo e o primeiro dispositivo catalisador de redução 331. Isso significa que uma utilização aprimorada é obtida para o primeiro dispositivo catalisador de redução 331. No entanto, devido à presente invenção, as muitas vantagens mencionadas no presente documento associadas à redução potencial de óxidos de nitrogênio NO_x tanto a montante quanto a jusante do filtro termicamente inerte são alcançadas.

[0097] De acordo com uma modalidade da presente invenção, pelo menos um componente oxidante como, por exemplo, um catalisador de oxidação DOC é disposto entre o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 e o filtro de particulado 320. Para essa modalidade, a reação exotérmica/calor é, pelo menos em parte, gerada/o com esse pelo menos um componente oxidante.

[0098] O sistema de tratamento de escape 350, de acordo com uma modalidade, pode compreender pelo menos um injetor externo, que abastece o catalisador de oxidação e/ou um catalisador de redução catalítica seletiva combinados com um revestimento de oxidação na parte de saída do mesmo substrato SCR_{1_komb} com hidrocarbonetos HC. O motor, nesse caso, também pode ser visto como um injetor, abastecendo o catalisador de oxidação e/ou SCR_{1_komb} com hidrocarbonetos HC, em que os hidrocarbonetos HC podem ser usados para gerar calor.

[0099] De acordo com diferentes modalidades da presente invenção, o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 consiste em um dentre:

- um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, que tem as características descritas acima para um catalisador de redução catalítica seletiva, e também está disposto para que possa gerar calor;
- um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, que tem as características descritas acima para um catalisador de redução catalítica seletiva, e também pode ser disposto para gerar calor, integrado a jusante com um primeiro catalisador do tipo slip, em que o primeiro catalisador do tipo slip SC₁ pode ser disposto para gerar calor e é disposto para oxidar um resíduo de aditivo, em que o resíduo pode

consistir, por exemplo, em ureia, amônia KNH_3 ou ácido isociânico HNCO e/ou para auxiliar o SCR_1 com uma redução adicional de óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape 303;

- um primeiro catalisador do tipo slip SC_1 , que pode ser disposto para gerar calor e, também, é primariamente instalado para reduzir óxidos de nitrogênio NO_x , e secundariamente para oxidar um resíduo de aditivo, em que tal resíduo pode consistir, por exemplo, em ureia, amônia NH_3 ou ácido isociânico HNCO na corrente de escape 303;
- um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR_1 , que tem as características descritas acima para um catalisador de redução catalítica seletiva e também pode estar disposto para gerar calor, seguido a jusante por um primeiro catalisador do tipo slip separado SC_1 , em que o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 pode ser disposto para gerar calor e é disposto para oxidar um resíduo de aditivo, em que tal resíduo pode consistir, por exemplo, e, ureia, amônia NH_3 ou ácido isociânico HNCO e/ou para auxiliar o SCR_1 com uma redução adicional de óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape 303;
- um primeiro catalisador do tipo slip SC_1 , integrado a jusante com um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR_1 , que tem as características descritas acima para um catalisador de redução catalítica seletiva e também pode ser disposto para gerar calor, em que o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 pode ser disposto para gerar calor e ser disposto para oxidar aditivo e/ou para auxiliar o primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR_1 com uma redução de óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape 303;
- um primeiro catalisador do tipo slip SC_1 seguido a jusante por um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva separado SCR_1 , que tem as características descritas acima para um catalisador de redução catalítica seletiva e, também, pode ser disposto para gerar calor, em que o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 pode ser disposto de modo

- que possa gerar calor e ser disposto para oxidar aditivo e/ou para auxiliar o primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ com uma redução de óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape 303;
- um primeiro catalisador do tipo slip SC₁, integrado a jusante com um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, que tem as características descritas acima para um catalisador de redução catalítica seletiva e, também, pode ser disposto para gerar calor, integrado a jusante com outro primeiro catalisador do tipo slip SC_{1lb}, em que o primeiro catalisador do tipo slip SC₁ e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC₁, podem ser dispostos para que possam gerar calor e são dispostos para oxidar aditivo e/ou para auxiliar o primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ com uma redução de óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape 303;
 - um primeiro catalisador do tipo slip SC₁, seguido a jusante por um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva separado SCR₁, que tem as características descritas acima para um catalisador de redução catalítica seletiva e, também, pode ser disposto de modo que possa gerar calor, seguido a jusante por um primeiro catalisador do tipo slip adicional separado SC_{1b}, em que o primeiro catalisador do tipo slip SC₁ e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b}, podem ser dispostos para gerar calor e são dispostos para oxidar aditivo e/ou para auxiliar o primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ com uma redução de óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape 303;
 - um primeiro catalisador do tipo slip SC₁, integrado a jusante com um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, que tem as características descritas acima para um catalisador de redução catalítica seletiva e, também, pode ser disposto de modo que possa gerar calor, seguido a jusante por um primeiro catalisador do tipo slip adicional separado SC_{1b}, em que o primeiro catalisador do tipo slip

SC₁ e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} podem ser dispostos para gerar calor e são primariamente dispostos para reduzir óxidos de nitrogênio NO_x e secundariamente para oxidar aditivo na corrente de escape 303;

- um primeiro catalisador do tipo slip. SC₁, seguido a jusante por um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva separado SCR₁, que tem as características descritas acima para um catalisador de redução catalítica seletiva e, também, pode ser disposto para gerar calor, integrado a jusante com um primeiro catalisador do tipo slip adicional separado SC_{1b}, em que o primeiro catalisador do tipo slip SC₁ e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b}, podem ser dispostos para que possam gerar calor e são dispostos primariamente para reduzir óxidos de nitrogênio NO_x e secundariamente para oxidar aditivo na corrente de escape 303;
- um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, combinado com um revestimento de oxidação na parte de saída, no mesmo substrato, que também é chamado de "combicat" SCR_{komb}, e pode ser disposto para gerar calor;
- um primeiro catalisador do tipo slip SC₁, integrado a jusante com um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, combinado com um revestimento puramente de oxidação em sua parte de saída no mesmo substrato, que, por vezes, também é chamado de "combicat" e pode ser disposto para gerar calor, em que o primeiro catalisador do tipo slip SC₁ pode ser disposto para gerar calor e é disposto primariamente para reduzir óxidos de nitrogênio NO_x e secundariamente para oxidar aditivo na corrente de escape 303; e.
- um primeiro catalisador do tipo slip SC₁, seguido a jusante por um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva separado SCR₁, combinado com um revestimento puramente de oxidação em sua parte de saída no mesmo substrato, que, por vezes, também é

chamado de "combicat" e pode ser disposto para gerar calor, em que o primeiro catalisador do tipo slip SC₁ é disposto primariamente para reduzir óxidos de nitrogênio NO_x e secundariamente para oxidar aditivo na corrente de escape 303 e também pode ser disposto para gerar calor.

[0100] De acordo com diferentes modalidades, o segundo dispositivo catalisador de redução 332 consiste em um dentre:

- um segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR2;
- um segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR2, integrado a jusante com um segundo catalisador do tipo slip SC2, em que tal segundo catalisador do tipo slip SC2 é disposto para oxidar um resíduo de aditivo e/ou para auxiliar o SCR2 com uma redução adicional de óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape 303; e
- um segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR2, seguido a jusante por um segundo catalisador do tipo slip separado SC2, em que tal segundo catalisador do tipo slip SC2 é disposto para oxidar um resíduo de aditivo e/ou para auxiliar o SCR2 com uma redução adicional de óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape 303. No presente documento, o termo catalisador do tipo slip SC1 é usado, geralmente para denotar um catalisador, que é disposto para oxidar aditivo na corrente de escape 303 e/ou que é disposto de modo que possa reduzir óxidos de nitrogênio residuais NO_x na corrente de escape 303. De acordo com uma modalidade da presente invenção como um catalisador do tipo slip SC1 é disposto primariamente para reduzir óxidos de nitrogênio NO_x e secundariamente para oxidar um resíduo de aditivo, ou seja, o catalisador do tipo slip SC1 é um catalisador do tipo slip multifuncional. Em outras palavras, o catalisador do tipo slip multifuncional SC pode lidar com resíduos de deslizamento tanto do aditivo quanto dos óxidos de nitrogênio NO_x. Isso também pode ser descrito como o catalisador do tipo slip SC ser

um catalisador do tipo slip de amônia estendido ASC, que é configurado para reduzir óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape 303, de modo que um catalisador do tipo slip geral/multifuncional SC_1 seja obtido, o qual lida com vários tipos de deslizamento, o que significa que o mesmo lida com resíduos tanto do aditivo quanto de óxidos de nitrogênio NO_x .

[0101] Adicionalmente, o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} , que pode ser compreendido no primeiro dispositivo catalisador de redução 331, pode ser usado a fim de gerar calor por meio de reações exotérmicas com a corrente de escape 303, em que tal calor pode ser encaminhado para o filtro de particulado DPF e pode ser usado para aumentar a temperatura do filtro de particulado DPF.

[0102] O primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} , também podem oxidar monóxido de nitrogênio NO e/ou hidrocarbonetos HC na corrente de escape, de modo que o calor/a reação exotérmica seja gerado/a.

[0103] De acordo com uma modalidade da presente invenção, pelo menos as seguintes reações podem, por exemplo, ser executadas em um catalisador do tipo slip multifuncional SC , que tanto reduz os óxidos de nitrogênio NO_x quanto oxida os resíduos de aditivo:



e



[0104] No presente documento, a reação de acordo com a equação 1 resulta em uma oxidação de resíduo de aditivo que compreende amônia. A reação de acordo com a equação 2 resulta em uma redução de óxidos de nitrogênio NO_x . Consequentemente, o aditivo pode, no presente documento, ser oxidado, assim como o resíduo de amônia NH_3 , o ácido isociânico HNCO , a ureia ou similares podem ser oxidados.

[0105] Adicionalmente, o primeiro dispositivo catalisador de redução 331, ou seja, o primeiro catalisador do tipo slip SC₁, o primeiro catalisador de redução SCR₁ e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b}, podem ser usados para a oxidação de hidrocarbonetos HC e/ou monóxido de carbono CO, que ocorre naturalmente na corrente de escape. A oxidação de hidrocarbonetos no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 também pode compreender pelo menos uma reação exotérmica, ou seja, uma reação que gera calor, de modo que um aumento na temperatura resulte no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 e/ou para componentes que seguem a jusante, como o filtro de particulado DPF 320 e/ou um silenciador, no sistema de tratamento de escape 350. Tal aumento de temperatura pode ser usado na oxidação de fuligem no filtro de particulado DPF 320 e/ou para limpar o silenciador de subprodutos como, por exemplo, a ureia. Através dessa pelo menos uma reação exotérmica, a oxidação de hidrocarbonetos HC também é facilitada no primeiro dispositivo catalisador de redução 331.

[0106] O calor que é, portanto, gerado pode ser usado para regenerar o catalisador e/ou outros componentes contaminados com enxofre dispostos a jusante. Na regeneração dos componentes contaminados com enxofre, a quantidade de enxofre intercalada nos componentes é reduzida.

[0107] A fim de obter essas características, ou seja, de obter um catalisador do tipo slip multifuncional, o catalisador do tipo slip, de acordo com uma modalidade, pode compreender uma ou várias substâncias compreendidas em metais de platina (PGM; Metais do Grupo de Platina), ou seja, um ou vários dentre irídio, ósmio, paládio, platina, ródio e rutênio. O catalisador do tipo slip também pode compreender uma ou várias outras substâncias, que fornecem ao catalisador do tipo slip características similares aos metais de grupo de platina. O catalisador do tipo slip também pode compreender um revestimento de redução de NO_x, em que o revestimento pode compreender, por exemplo, Zeólito de Cu ou Zeólito de Fe ou vanádio. O Zeólito, no presente documento, pode ser ativado com um metal ativo como, por exemplo, cobre (Cu) ou ferro (Fe),

[0108] Tanto para o primeiro 331 quanto para o segundo 332 dispositivos de catalisador de redução, suas características catalíticas podem ser selecionadas com base no ambiente ao qual o mesmo é exposto ou será exposto. Adicionalmente, as características catalíticas para o primeiro 331 e para o segundo 332 dispositivos de catalisador de redução podem ser adaptadas de modo que possam operar em simbiose entre si. O primeiro 331 e o segundo 332 dispositivos de catalisador de redução também podem compreender um ou vários materiais, fornecendo a característica catalítica. Por exemplo, os metais de transição como vanádio e/ou tungstênio podem ser usados, por exemplo, em um catalisador que compreende $V_2O_5/WO_3/TiO_2$. Os metais como ferro e/ou cobre também podem ser compreendidos no primeiro 331 e/ou no segundo 332 dispositivo catalisador de redução, por exemplo, em um catalisador com base em Zeólito.

[0109] O sistema de tratamento de escape 350, que é esquematicamente ilustrado na Figura 3, pode, acordo com diferentes modalidades, ter consequentemente inúmeras estruturas/configurações diferentes, que podem ser somadas conforme abaixo e em que as respectivas unidades SCR₁, SCR₂, DPF, SCR_{1_komb} SC₁, SC_{1b} SC₂ têm as respectivas características descritas na totalidade do presente documento. O revestimento cataliticamente oxidante do primeiro catalisador do tipo slip SC₁, o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC₁, o primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, o segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR₂ e/ou o segundo catalisador do tipo slip SC₂ podem ser adaptados de acordo com suas características para oxidar o óxido de nitrogênio NO por um lado e para oxidar os compostos de carbono incompletamente oxidados por outro lado. Os compostos de carbono incompletamente oxidados podem consistir, por exemplo, em resíduo de combustível criado através do sistema de injeção do motor.

[0110] De acordo com uma configuração de acordo com a invenção, o sistema de tratamento de escape tem a estrutura SCR₁-DPF-SCR₂, em outras palavras, o sistema de tratamento de escape 350 compreende um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, que é disposto para que possa gerar calor, seguido

a jusante por um filtro de particulado DPF, seguido a jusante por um segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR₂. Um uso simbólico no sistema de tratamento de escape 350 do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ juntamente com o segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR₂, pode facilitar a omissão de um segundo catalisador do tipo slip SC₂ no sistema de tratamento de escape 350 para determinadas aplicações, por exemplo, em níveis limitados de NO_x, o que resulta em exigências de nível de conversão limitado. Isso é uma vantagem, por exemplo, em comparação com o Sistema Euro VI mencionado acima, em que um catalisador do tipo slip é exigido na prática. Visto que um catalisador de SCR é tipicamente menos dispendioso do que um catalisador de SC, devido a essa modalidade da invenção, o custo de fabricação pode ser reduzido omitindo-se o segundo catalisador do tipo slip SC₂. O primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ pode ser usado, no presente documento, com o objetivo de gerar calor, por exemplo, através da oxidação de hidrocarbonetos HC na corrente de escape, o que permite a regeneração de componentes contaminados com enxofre, como o catalisador e/ou componentes dispostos a jusante do mesmo. Na regeneração dos componentes contaminados com enxofre, a quantidade de enxofre intercalada nos componentes é reduzida.

[0111] Consequentemente, o primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ pode ser usado para gerar calor através de reações exotérmicas com a corrente de escape 303, em que esse calor também pode ser transportado para o filtro de particulado DPF e pode ser usado no mesmo para aumentar a temperatura do filtro de particulado DPF. O filtro de particulado pode, devido a essa pelo menos uma reação exotérmica com a corrente de escape 303, ser aquecido, o que pode ser usado para obter uma oxidação de fuligem mais eficaz no filtro de particulado DPF e também pode ser usado na regeneração do filtro de particulado DPF.

[0112] De acordo com uma configuração de acordo com a invenção, o sistema de tratamento de escape tem a estrutura SCR₁-SC₁-DPF-SCR₂. Em outras palavras, o sistema de tratamento de escape 350 compreende um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, seguido a jusante por um primeiro catalisador do

tipo slip SC₁ seguido a jusante por um filtro de particulado DPF, seguido a jusante por um segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR₂. Conforme mencionado acima, o uso tanto do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ quanto do segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR₂ no sistema de tratamento de escape 350, facilita a omissão de um segundo catalisador do tipo slip SC₂ no sistema de tratamento de escape 350 para algumas aplicações, o que reduz o custo de fabricação para o veículo. O uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ facilita uma carga maior e, portanto, um melhor uso do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ e isso também facilita uma redução da temperatura de partida (a temperatura de "arranque") para a redução de NO_x.

[0113] De acordo com uma modalidade da presente invenção, o primeiro dispositivo catalisador de redução 331, no presente documento, compreende um catalisador do tipo slip SC₁ que é multifuncional e, portanto, reduz óxidos de nitrogênio NO_x através dos resíduos do aditivo e também oxida os resíduos do aditivo (conforme descrito acima). Isso implica em inúmeras vantagens para o sistema de tratamento de escape. O primeiro catalisador do tipo slip SC₁ pode, no presente documento, ser usado em simbiose com o primeiro catalisador de redução SCR₁, de modo que a atividade do primeiro catalisador do tipo slip SC₁, em relação à redução de óxidos de nitrogênio NO_x e oxidação de resíduos de aditivo, assim como as características de deposição de SC₁ do catalisador do tipo slip para o redutor, constituem um complemento à função do primeiro catalisador de redução SCR₁. A combinação dessas características para o primeiro dispositivo catalisador de redução 331, que compreende o primeiro catalisador de redução SCR₁ e o primeiro catalisador do tipo slip SC₁, significa que um nível de conversão superior pode ser obtido através do primeiro dispositivo catalisador de redução 331. Adicionalmente, o uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 resulta em condições que tornam possível evitar uma oxidação não seletiva de redutor que ocorre em componentes colocados a jusante do primeiro dispositivo catalisador de redução 331 no sistema de tratamento de

escape, que potencialmente pode compreender metais de platina, por exemplo, como um catalisador do tipo slip SC e/ou um catalisador de oxidação DOC.

[0114] Ademais, os testes mostraram que a redução de óxidos de nitrogênio NO_x com o primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ no primeiro dispositivo catalisador 331 se torna surpreendentemente eficaz. Isso é um resultado de quantidades suficientes de óxidos de nitrogênio NO_x que estão presentes na corrente de escape 303 no primeiro catalisador do tipo slip SC₁ no primeiro dispositivo catalisador 331 após o primeiro catalisador de redução SCR₁ a fim de que uma redução eficaz de óxidos de nitrogênio NO_x seja obtida. Em outras palavras, a disponibilidade relativamente boa de óxidos de nitrogênio NO_x no primeiro catalisador do tipo slip SC₁ pode ser usada para alcançar um desempenho muito bom e/ou uma utilização muito boa, quando um catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ for usado no primeiro dispositivo catalisador 331.

[0115] O primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ e/ou o primeiro catalisador do tipo slip SC₁, pode ser usado com o objetivo de gerar calor, por exemplo, através da oxidação de hidrocarbonetos HC na corrente de escape, o que permite a regeneração de componentes contaminados com enxofre, como o catalisador e/ou componentes dispostos a jusante do mesmo. Na regeneração dos componentes contaminados com enxofre, a quantidade de enxofre intercalada nos componentes é reduzida.

[0116] Dessa forma, o primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ e/ou o primeiro catalisador do tipo slip SC₁, compreendido no primeiro dispositivo catalisador de redução 331, pode ser usado a fim de gerar calor por meio de reações exotérmicas com a corrente de escape 303, em que esse calor pode ser transportado para o filtro de particulado DPF e pode ser usado no mesmo para aumentar a temperatura do filtro de particulado DPF. O filtro de particulado pode, devido a essa pelo menos uma reação exotérmica com a corrente de escape 303, ser aquecido, o que pode ser usado para obter uma oxidação de fuligem mais eficaz no filtro de particulado DPF e também pode ser usado na regeneração do filtro de particulado DPF.

[0117] De acordo com uma configuração de acordo com a invenção, o sistema de tratamento de escape tem a estrutura SCR_{1_komb}-DPF-SCR₂. Em outras palavras, o sistema de tratamento de escape 350 compreende um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva, combinado com um revestimento de oxidação na parte de saída no mesmo substrato (também chamado de "combicat") SCR_{1_komb}, seguido a jusante por um filtro de particulado DPF, seguido a jusante por um segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR₂. No presente documento, também, devido ao uso tanto do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ quanto do segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR₂, o segundo catalisador do tipo slip SC₂ pode ser omitido do sistema de tratamento de escape 350 para determinadas aplicações. Esse sistema de tratamento de escape, ou seja, o sistema com o SCR_{1_komb}-DPF SCR₂, pode facilitar uma redução da temperatura de partida (a temperatura de "arranque") para a redução de NO_x e também tem uma vantagem no sentido de que a temperatura de escape pode ser aumentada de modo mais eficaz no sistema através da oxidação de hidrocarbonetos na parte oxidante na parte de saída do SCR_{1_komb}. Tal aumento de temperatura pode ser vantajoso em uma, assim chamada, regeneração ativa do filtro de particulado DPF.

[0118] O primeiro catalisador de redução catalítica seletiva, combinado com um revestimento de oxidação na parte de saída no mesmo substrato SCR_{1_komb} pode ser usado com o objetivo de gerar calor, por exemplo, através da oxidação de hidrocarbonetos na corrente de escape, o que permite a regeneração de componentes contaminados com enxofre, como o catalisador e/ou componentes disposto a jusante do mesmo. Na regeneração dos componentes contaminados com enxofre, a quantidade de enxofre intercalada nos componentes é reduzida.

[0119] Dessa forma, o primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, combinado com um revestimento de oxidação na parte de saída do mesmo substrato SCR_{1_komb} pode ser usado para gerar calor através das reações exotérmicas com a corrente de escape 303, em que o mesmo calor também pode ser transportado para o filtro de particulado DPF e pode ser usado no mesmo para aumentar a temperatura do filtro de particulado DPF. O filtro de particulado pode,

devido a essa pelo menos uma reação exotérmica com a corrente de escape 303, ser aquecido, o que pode ser usado para obter uma oxidação de fuligem mais eficaz no filtro de particulado DPF e também pode ser usado na regeneração do filtro de particulado DPF.

[0120] De acordo com uma configuração de acordo com a invenção, o sistema de tratamento de escape tem a estrutura SCR₁-DPF-SCR₂-SC₂. Ou seja, o sistema de tratamento de escape 350 compreende um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, seguido a jusante por um filtro de particulado DPF, seguido a jusante por um segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR₂, seguido a jusante por um segundo catalisador do tipo slip SC₂. Esse sistema de tratamento de escape 350 facilita os níveis de emissão para óxidos de nitrogênio NO_x próximos a zero, visto que o segundo catalisador de redução SCR₂ pode ser carregado de modo pesado, por exemplo, através da dosagem aumentada do segundo aditivo, visto que é seguido a jusante pelo segundo catalisador do tipo slip SC₂.

[0121] O uso do segundo catalisador do tipo slip SC₂ resulta em um desempenho adicionalmente aprimorado para o sistema, visto que um deslizamento adicional pode ser solucionado pelo segundo catalisador do tipo slip SC₂.

[0122] O primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ pode ser usado com o objetivo de gerar calor, por exemplo, através da oxidação de hidrocarbonetos HC na corrente de escape, o que permite a regeneração de componentes contaminados com enxofre, como o catalisador e/ou componentes dispostos a jusante do mesmo. Na regeneração dos componentes contaminados com enxofre, a quantidade de enxofre intercalada nos componentes é reduzida.

[0123] Consequentemente, o primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ pode ser usado para gerar calor através de reações exotérmicas com a corrente de escape 303, em que esse calor também pode ser transportado para o filtro de particulado DPF e pode ser usado no mesmo para aumentar a temperatura do filtro de particulado DPF. O filtro de particulado pode, devido a essa pelo menos uma reação exotérmica com a corrente de escape 303, ser aquecido, o que pode ser

usado para obter uma oxidação de fuligem mais eficaz no filtro de particulado DPF e também pode ser usado na regeneração do filtro de particulado DPF.

[0124] De acordo com uma configuração de acordo com a invenção, o sistema de tratamento de escape tem a estrutura SCR₁-SC₁-DPF-SCR₂-SC₂. Ou seja, o sistema de tratamento de escape 350 compreende um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, seguido a jusante por um primeiro catalisador do tipo slip SC₁ seguido a jusante por um filtro de particulado DPF, seguido a jusante por um segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR₂, seguido a jusante por um segundo catalisador do tipo slip SC₂. Esse sistema de tratamento de escape 350 facilita os níveis de emissão para óxidos de nitrogênio NO_x próximos a zero, visto que o segundo catalisador de redução SCR₂ pode ser produzido para que trabalhe muito, por exemplo, através da dosagem aumentada do segundo aditivo, visto que é seguido a jusante pelo segundo catalisador do tipo slip SC₂. O uso do segundo catalisador do tipo slip SC₂ resulta em um desempenho adicionalmente aprimorado para o sistema, visto que um deslizamento adicional pode ser solucionado pelo segundo catalisador do tipo slip SC₂. O uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ também facilita uma redução da temperatura de partida (a temperatura de "arranque") para a redução de NO_x e também pode resultar em uma carga maior e, assim, uma utilização aprimorada do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁.

[0125] De acordo com uma modalidade, o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 no presente documento compreende um catalisador do tipo slip SC₁ descrito acima, que é multifuncional e, portanto, reduz óxidos de nitrogênio NO_x através do uso de resíduos de aditivo e também oxida os resíduos do aditivo (conforme descrito acima). Isso implica em inúmeras vantagens para o sistema de tratamento de escape. O primeiro catalisador do tipo slip SC₁ pode ser usado, no presente documento, em simbiose com o primeiro catalisador de redução SCR₁, de modo que a atividade do primeiro catalisador do tipo slip SC₁, em relação à redução de óxidos de nitrogênio NO_x e oxidação de resíduos de aditivo, assim como as características de deposição do catalisador do tipo slip SC₁, para o redutor,

constituem um complemento para a função do primeiro catalisador de redução SCR₁. A combinação dessas características para o primeiro dispositivo catalisador de redução 331, que compreende o primeiro catalisador de redução SCR₁ e o primeiro catalisador do tipo slip SC₁, significa que um nível de conversão superior pode ser obtido através do primeiro dispositivo catalisador de redução 331. Além disso, o uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 resulta em condições que tornam possível evitar que uma oxidação não seletiva de redutor ocorra em componentes colocados a jusante do primeiro dispositivo catalisador de redução 331 no sistema de tratamento de escape, que podem compreender potencialmente metais de platina.

[0126] Ademais, os testes mostraram que a redução de óxidos de nitrogênio NO_x com o primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ no primeiro dispositivo catalisador 331 se torna surpreendentemente eficaz. Isso é um resultado de quantidades suficientes de óxidos de nitrogênio NO_x que estão presentes na corrente de escape 303 no primeiro catalisador do tipo slip SC₁ no primeiro dispositivo catalisador 331 após o primeiro catalisador de redução SCR₁ a fim de que uma redução eficaz de óxidos de nitrogênio NO_x seja obtida. Em outras palavras, a disponibilidade relativamente boa de óxidos de nitrogênio NO_x no primeiro catalisador do tipo slip SC₁ pode ser usada para alcançar um desempenho muito bom e/ou uma utilização muito boa, quando um catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ for usado no primeiro dispositivo catalisador 331.

[0127] O primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ e/ou o primeiro catalisador do tipo slip SC₁, pode ser usado com o objetivo de gerar calor, por exemplo, através da oxidação de hidrocarbonetos HC na corrente de escape, o que permite a regeneração de componentes contaminados com enxofre, como o catalisador e/ou componentes dispostos a jusante do mesmo. Na regeneração dos componentes contaminados com enxofre, a quantidade de enxofre intercalada nos componentes é reduzida.

[0128] Dessa forma, o primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ e/ou o primeiro catalisador do tipo slip SC₁ compreendidos no primeiro dispositivo

catalisador de redução 331, podem ser usados a fim de gerar calor por meio de reações exotérmicas com a corrente de escape 303, em que esse calor pode ser transportado para o filtro de particulado DPF e pode ser usado no mesmo para aumentar a temperatura do filtro de particulado DPF. O filtro de particulado pode ser aquecido, visto que o primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ e/ou o primeiro catalisador do tipo slip SC₁ criam pelo menos uma reação exotérmica com a corrente de escape 303, que é usada para obter uma oxidação de fuligem mais eficaz no filtro de particulado DPF e também pode ser usada na regeneração do filtro de particulado.

[0129] De acordo com uma configuração de acordo com a invenção, o sistema de tratamento de escape tem a estrutura SCR_{komb}-DPF-SCR₂-SC₂. Ou seja, o sistema de tratamento de escape 350 compreende um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva, combinado com um revestimento de oxidação na parte de saída, no mesmo substrato SCR_{1_komb} seguido a jusante por um filtro de particulado DPF, seguido a jusante por um segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR₂, seguido a jusante por um segundo catalisador do tipo slip SC₂. Esse sistema de tratamento de escape 350 também facilita uma redução da temperatura de partida (a temperatura de "arranque") para a redução de NO_x e também tem uma vantagem no sentido de que a temperatura de escape pode ser aumentada de modo mais eficaz no sistema, através da oxidação de hidrocarbonetos na parte oxidante na parte de saída do SCR_{1_komb}. Tal aumento de temperatura pode ser vantajoso em uma, assim chamada, regeneração ativa do filtro de particulado DP. Esse sistema de tratamento de escape 350 também facilita níveis de emissão para óxidos de nitrogênio NO_x próximos a zero, visto que o segundo catalisador de redução SCR₂ pode ser produzido para que trabalhe muito, por exemplo, através da dosagem aumentada do segundo aditivo, visto que é seguido a jusante pelo segundo catalisador do tipo slip SC₂.

[0130] O uso do segundo catalisador do tipo slip SC₂ resulta em um desempenho adicionalmente aprimorado para o sistema, visto que um deslizamento adicional pode ser solucionado pelo segundo catalisador do tipo slip SC₂. O primeiro

catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, combinado com um revestimento de oxidação na parte de saída, no mesmo substrato SCR_{1_komb} pode ser usado com o objetivo de gerar calor, por exemplo, através de oxidação de hidrocarbonetos HC na corrente de escape, o que permite a regeneração de componentes contaminados com enxofre, como o catalisador e/ou componentes dispostos a jusante do mesmo. Na regeneração dos componentes contaminados com enxofre, a quantidade de enxofre intercalada nos componentes é reduzida.

[0131] Dessa forma, o primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, combinado com um revestimento de oxidação na parte de saída do mesmo substrato SCR_{1_komb} pode ser usado para gerar calor através de reações exotérmicas com a corrente de escape 303, em que esse calor também pode ser transportado para o filtro de particulado DPF e pode ser usado no mesmo para aumentar a temperatura do filtro de particulado DPF. O filtro de particulado pode, devido a essa pelo menos uma reação exotérmica com a corrente de escape 303, ser aquecido, em que o aquecimento pode ser usado para obter uma oxidação de fuligem mais eficaz no filtro de particulado DPF e também pode ser usado na regeneração do filtro de particulado DPF.

[0132] De acordo com uma configuração de acordo com a invenção, o sistema de tratamento de escape tem a estrutura SC₁-DPF-SCR₂. Em outras palavras, o sistema de tratamento de escape 350 compreende um primeiro catalisador do tipo slip SC₁, seguido a jusante por um filtro de particulado DPF, seguido a jusante por um segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR₂. No presente documento, também, devido ao uso tanto do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ quanto do segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCP, o segundo catalisador do tipo slip SC₂ pode ser omitido do sistema de tratamento de escape 350 para determinadas aplicações. O uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ facilita uma redução da temperatura de partida (a temperatura de "arranque") para redução de NO_x.

[0133] De acordo com uma modalidade da presente invenção, o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 no presente documento compreende apenas

um catalisador do tipo slip SC₁ que é multifuncional e tanto reduz óxidos de nitrogênio NO_x através do uso do aditivo quanto oxida o aditivo. Isso implica em inúmeras vantagens para o sistema de tratamento de escape. Teste mostraram que a redução de óxidos de nitrogênio NO_x com o primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ no primeiro dispositivo catalisador 331 se torna surpreendentemente eficaz. Isso é um resultado de quantidades suficientes de óxidos de nitrogênio NO_x estarem presentes na corrente de escape 303 no primeiro catalisador do tipo slip SC₁ no primeiro dispositivo catalisador 331, a fim de que uma redução eficaz de óxidos de nitrogênio NO_x seja obtida. Em outras palavras, a disponibilidade relativamente boa de óxidos de nitrogênio NO_x no primeiro catalisador do tipo slip SC₁ pode ser usada para alcançar um desempenho muito bom e/ou uma utilização muito boa, quando um catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ for usado no primeiro dispositivo catalisador 331.

[0134] O primeiro catalisador do tipo slip SC₁ pode ser usado com o objetivo de gerar calor, por exemplo, através da oxidação de hidrocarbonetos HC na corrente de escape, em que esse aquecimento também pode facilitar a regeneração de componentes contaminados com enxofre, como o catalisador e/ou componentes dispostos a jusante do mesmo. Na regeneração dos componentes contaminados com enxofre, a quantidade de enxofre intercalada nos componentes é reduzida.

[0135] Consequentemente, o catalisador do tipo slip SC₁, que é compreendido no primeiro dispositivo catalisador de redução 331, pode ser usado para gerar calor através de reações exotérmicas com a corrente de escape 303, em que esse calor também pode ser transportado para o filtro de particulado DPF e pode ser usado no mesmo para aumentar a temperatura do filtro de particulado DPF. O filtro de particulado pode, devido ao fato de que o primeiro catalisador do tipo slip SC₁, que cria pelo menos uma reação exotérmica com a corrente de escape 303, é aquecido, em que esse aquecimento pode ser usado para obter uma oxidação de fuligem mais eficaz no filtro de particulado DPF e também pode ser usado na regeneração do filtro de particulado DPF.

[0136] De acordo com uma configuração de acordo com a invenção, o sistema de tratamento de escape tem a estrutura SC₁-DPF-SCR₂-SC₂. Ou seja, o sistema de tratamento de escape 350 compreende um primeiro catalisador do tipo slip SC_X, seguido a jusante por um filtro de particulado DPF, seguido a jusante por um segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR₂, seguido a jusante por um segundo catalisador do tipo slip SC₂. Esse sistema de tratamento de escape 350 facilita níveis de emissão for óxidos de nitrogênio NO_x próximos a zero, visto que o segundo catalisador de redução SCR₂ pode ser produzido para trabalhar muito, ou seja, com uma dosagem relativamente alta do segundo aditivo, visto que é seguido a jusante pelo segundo catalisador do tipo slip SC₂. O uso do segundo catalisador do tipo slip SC₂ resulta em um desempenho adicionalmente aprimorado para o sistema, visto que um deslizamento adicional pode ser solucionado pelo segundo catalisador do tipo slip SC₂. O uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ facilita uma redução da temperatura de partida (a temperatura de "arranque") para redução de NO_x.

[0137] De acordo com uma modalidade da presente invenção, o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 no presente documento compreende apenas um catalisador do tipo slip SC₁ que é multifuncional e tanto reduz óxidos de nitrogênio NO_x através do uso do aditivo quanto oxida o aditivo (conforme descrito acima). Isso implica em inúmeras vantagens para o sistema de tratamento de escape. Os testes mostraram que a redução de óxidos de nitrogênio NO_x com o primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ no primeiro dispositivo catalisador 331 se torna surpreendentemente eficaz. Isso é um resultado de quantidades suficientes de óxidos de nitrogênio NO_x estarem presentes na corrente de escape 303 no primeiro catalisador do tipo slip SC₁ no primeiro dispositivo catalisador 331, a fim de que uma redução eficaz de óxidos de nitrogênio NO_x seja obtida. Em outras palavras, a disponibilidade relativamente boa de óxidos de nitrogênio NO_x no primeiro catalisador do tipo slip SC₁ pode ser usada para alcançar um desempenho muito bom e/ou uma utilização muito boa, quando um catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ for usado no primeiro dispositivo catalisador 331. O primeiro catalisador do tipo slip SC₁ pode ser usado com o objetivo de gerar calor, por

exemplo, através da oxidação de hidrocarbonetos HC na corrente de escape, que também pode facilitar a regeneração de componentes contaminados com enxofre, como o catalisador e/ou componentes dispostos a jusante do mesmo. Na regeneração dos componentes contaminados com enxofre, a quantidade de enxofre intercalada nos componentes é reduzida.

[0138] Consequentemente, o catalisador do tipo slip SC₁, que é compreendido no primeiro dispositivo catalisador de redução 331, pode ser usado para gerar calor através de reações exotérmicas com a corrente de escape 303, em que esse calor também pode ser transportado para o filtro de particulado DPF e pode ser usado no mesmo para aumentar a temperatura do filtro de particulado DPF. O filtro de particulado pode, devido ao fato de que o primeiro catalisador do tipo slip SC₁, que cria pelo menos uma reação exotérmica com a corrente de escape 303, é aquecido, em que esse aquecimento é usado para obter uma oxidação de fuligem mais eficaz no filtro de particulado DPF e também pode ser usado na regeneração do filtro de particulado DPF.

[0139] De acordo com uma configuração de acordo com a invenção, o sistema de tratamento de escape tem a estrutura SC₁-SC₁-DPF-SCR₂. Em outras palavras, o sistema de tratamento de escape 350 compreende um primeiro catalisador do tipo slip SC₁, seguido a jusante por um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, seguido a jusante por um filtro de particulado DPF, seguido a jusante por um segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR₂. Conforme mencionado acima, o uso tanto do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ quanto do segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR₂ no sistema de tratamento de escape 350, facilita a omissão de um segundo catalisador do tipo slip SC₂ no sistema de tratamento de escape 350 para algumas aplicações, o que reduz o custo de fabricação para o veículo. O uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ facilita uma carga maior e, portanto, um melhor uso do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ e facilita, ainda, uma redução da temperatura de partida (a temperatura de “arranque”) para a redução de NO_x.

[0140] De acordo com uma modalidade da presente invenção, o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 compreende um catalisador do tipo slip SC₁ que é multifuncional e, conseqüentemente, tanto reduz óxidos de nitrogênio NO_x através do uso do aditivo quanto oxida o aditivo (conforme descrito acima), o que resulta em inúmeras vantagens para o sistema de tratamento de escape. O primeiro catalisador do tipo slip SC₁ pode, no presente documento, ser usado em simbiose com o primeiro catalisador de redução SCR₁, de modo que a atividade do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ em relação à redução de óxidos de nitrogênio NO_x e à oxidação de aditivo e as características de deposição do catalisador do tipo slip SC₁ para o redutor, constitua um complemento à função do primeiro catalisador de redução SCR₁. A combinação dessas características para o primeiro dispositivo catalisador de redução 331, que compreende o primeiro catalisador de redução SCR₁ e o primeiro catalisador do tipo slip SC₁, significa que um nível de conversão superior pode ser obtido através do primeiro dispositivo catalisador de redução 331. Além disso, o uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 resulta em condições que tornam possível evitar que uma oxidação não seletiva de redutor ocorra em componentes colocados a jusante do primeiro dispositivo catalisador de redução 331 no sistema de tratamento de escape, que podem compreender potencialmente metais de platina.

[0141] Ademais, os testes mostraram que a redução de óxidos de nitrogênio NO_x com o primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ no primeiro dispositivo catalisador 331 se torna surpreendentemente eficaz. Isso é um resultado de quantidades suficientes de óxidos de nitrogênio NO_x estarem presentes no primeiro dispositivo catalisador 331 na corrente de escape, no primeiro catalisador do tipo slip SC₁ no primeiro dispositivo catalisador 331, a fim de que uma redução eficaz de óxidos de nitrogênio NO_x seja obtida. Em outras palavras, a disponibilidade relativamente boa de óxidos de nitrogênio NO_x no primeiro catalisador do tipo slip SC₁ pode ser usada para alcançar um desempenho muito bom e/ou uma utilização muito boa, quando um catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ for usado no primeiro dispositivo catalisador 331.

[0142] O primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ e/ou o primeiro catalisador do tipo slip SC₁, pode ser usado com o objetivo de gerar calor, por exemplo, através da oxidação de hidrocarbonetos HC na corrente de escape, o que permite a regeneração de componentes contaminados com enxofre, como o catalisador e/ou componentes dispostos a jusante do mesmo. Na regeneração dos componentes contaminados com enxofre, a quantidade de enxofre intercalada nos componentes é reduzida. O uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ a montante do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ resulta em boas possibilidades para gerar esse calor.

[0143] Adicionalmente, o calor gerado no presente documento no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 pode, através de reações exotérmicas com a corrente de escape 303, ser transportado para o filtro de particulado DPF e pode ser usado para aumentar a temperatura do filtro de particulado DPF. O filtro de particulado pode, devido a isso, ser aquecido, em que esse aquecimento é usado para obter uma oxidação de fuligem mais eficaz no filtro de particulado DPF e também pode ser usado na regeneração do filtro de particulado DPF.

[0144] De acordo com uma configuração de acordo com a invenção, o sistema de tratamento de escape tem a estrutura SC₁-SCR₁-DPF-SCR₂-SC₂. Ou seja, o sistema de tratamento de escape 350 compreende um primeiro catalisador do tipo slip SC₁, seguido a jusante por um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, seguido a jusante por um filtro de particulado DPF, seguido a jusante por um segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR₂, seguido a jusante por um segundo catalisador do tipo slip SC₂. Esse sistema de tratamento de escape 350 facilita os níveis de emissão para óxidos de nitrogênio NO_x próximos a zero, visto que o segundo catalisador de redução SCR₂ pode ser produzido para que trabalhe muito, por exemplo, através da dosagem aumentada do segundo aditivo, visto que é seguido a jusante pelo segundo catalisador do tipo slip SC₂. O uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ também facilita uma redução da temperatura de partida (a temperatura de "arranque") para a redução de NO_x e também pode resultar em uma carga maior e, assim, uma utilização aprimorada do primeiro catalisador de

redução catalítica seletiva SCR₁. O uso do segundo catalisador do tipo slip SC₂ resulta em um desempenho adicionalmente aprimorado para o sistema, visto que um deslizamento adicional pode ser solucionado pelo segundo catalisador do tipo slip SC₂.

[0145] De acordo com uma modalidade da presente invenção, o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 compreende um catalisador do tipo slip SC₁ que é multifuncional e, conseqüentemente, tanto reduz óxidos de nitrogênio NO_x através do uso do aditivo quanto oxida o aditivo (conforme descrito acima), o que resulta em inúmeras vantagens para o sistema de tratamento de escape. O primeiro catalisador do tipo slip SC₁ pode, no presente documento, ser usado em simbiose com o primeiro catalisador de redução SCR₁, de modo que a atividade do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ em relação à redução de óxidos de nitrogênio NO_x e à oxidação de aditivo e as características de deposição do catalisador do tipo slip SC₁ para o redutor constituam um complemento à função do primeiro catalisador de redução SCR₁. A combinação dessas características para o primeiro dispositivo catalisador de redução 331, que compreende o primeiro catalisador de redução SCR₁ e o primeiro catalisador do tipo slip SC₁, significa que um nível de conversão superior pode ser obtido através do primeiro dispositivo catalisador de redução 331. Além disso, o uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 resulta em condições que tornam possível evitar que uma oxidação não seletiva de redutor ocorra em componentes colocados a jusante do primeiro dispositivo catalisador de redução 331 no sistema de tratamento de escape, que podem compreender potencialmente metais de platina.

[0146] Ademais, os testes mostraram que a redução de óxidos de nitrogênio NO_x com o primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ no primeiro dispositivo catalisador 331 se torna surpreendentemente eficaz. Isso é um resultado de quantidades suficientes de óxidos de nitrogênio NO_x estarem presentes na corrente de escape 303 no primeiro catalisador do tipo slip SC₁ no primeiro dispositivo catalisador 331, a fim de que uma redução eficaz de óxidos de nitrogênio NO_x seja obtida. Em outras palavras, a disponibilidade relativamente boa de óxidos de

nitrogênio NO_x no primeiro catalisador do tipo slip SC_1 pode ser usada para alcançar um desempenho muito bom e/ou uma utilização muito boa, quando um catalisador do tipo slip multifuncional SC_1 for usado no primeiro dispositivo catalisador 331.

[0147] O primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR_1 e/ou o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 , pode ser usado com o objetivo de gerar calor, por exemplo, através da oxidação de hidrocarbonetos HC na corrente de escape, o que permite a regeneração de componentes contaminados com enxofre, como o catalisador e/ou componentes dispostos a jusante do mesmo. Na regeneração dos componentes contaminados com enxofre, a quantidade de enxofre intercalada nos componentes é reduzida. O uso do primeiro catalisador do tipo slip SC_1 a montante do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR_1 resulta em boas possibilidades para gerar esse calor.

[0148] Adicionalmente, o calor dispositivo catalisador aqui gerado no primeiro de redução 331 pode, através de reações exotérmicas com a corrente de escape 303, ser transportado para o filtro de particulado DPF e pode ser usado para aumentar a temperatura do filtro de particulado DPF. O filtro de particulado pode, devido a isso, ser aquecido, em que esse aquecimento é usado para obter uma oxidação de fuligem mais eficaz no filtro de particulado DPF e também pode ser usado na regeneração do filtro de particulado DPF.

[0149] De acordo com uma configuração de acordo com a invenção, o sistema de tratamento de escape tem uma estrutura $\text{SC}_1\text{-SCR}_1\text{-SC}_{1b}\text{-DPF-SCR}_2$. Ou seja, o sistema de tratamento de escape 350 compreende um primeiro catalisador do tipo slip SC_1 , seguido a jusante por um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR_1 , seguido a jusante por um primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} , seguido a jusante por um filtro de particulado DPF, seguido a jusante por um segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR_2 . Conforme mencionado acima, o uso tanto do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR_1 quanto do segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR_2 no sistema de tratamento de escape 350, facilita a omissão de um segundo catalisador do tipo slip SC_2 no sistema de tratamento de escape 350 para algumas aplicações, o que reduz

o custo de fabricação para o veículo. O uso do primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e do primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} facilita uma carga maior e, portanto, um melhor uso do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR_1 e também facilita uma redução da temperatura de partida (a temperatura de "arranque") para a redução de NO_x .

[0150] De acordo com uma modalidade da presente invenção, o primeiro dispositivo catalisador de redução 331, no presente documento, compreende um catalisador do tipo slip SC_1 e um primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} , dentre os quais pelo menos um é multifuncional e, conseqüentemente, reduz óxidos de nitrogênio NO_x através do uso do aditivo e também oxida o aditivo (conforme descrito acima). Isso implica em inúmeras vantagens para o sistema de tratamento de escape. O primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_1 , pode, no presente documento, ser usados em simbiose com o primeiro catalisador de redução SCR_1 , de modo que a atividade do primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou do primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} , em relação à redução de óxidos de nitrogênio NO_x e à oxidação de aditivo e as características de depósito do catalisador do tipo slip SC_1 e/ou do primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} para redutor constituam um complemento à função do primeiro catalisador de redução SCR_1 . A combinação dessas características para o primeiro dispositivo catalisador de redução 331, que compreende o primeiro catalisador de redução SCR_1 , o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} significa que um nível de conversão superior pode ser obtido através do primeiro dispositivo catalisador de redução 331. Adicionalmente, o uso do primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou do primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 resulta em condições que tornam possível evitar que uma oxidação não seletiva de redutor ocorra em componentes colocados a jusante do primeiro dispositivo catalisador de redução 331 no sistema de tratamento de escape, que pode compreender potencialmente metais de platina.

[0151] Ademais, os testes mostraram que a redução de óxidos de nitrogênio NO_x com o primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC_1 e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional multifuncional SC_{1b} no primeiro dispositivo catalisador 331 se torna surpreendentemente eficaz. Isso é um resultado de quantidades suficientes de óxidos de nitrogênio NO_x estarem presentes na corrente de escape no primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou no primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} no primeiro dispositivo catalisador 331, a fim de que uma redução eficaz de óxidos de nitrogênio NO_x seja obtida. Em outras palavras, a disponibilidade relativamente boa de óxidos de nitrogênio NO_x no primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou no primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} , pode ser usado para alcançar um desempenho muito bom e/ou uma utilização muito boa, quando um catalisador do tipo slip multifuncional SC_1 e/ou um primeiro catalisador do tipo slip adicional multifuncional SC_{1b} for usado no primeiro dispositivo catalisador 331.

[0152] O primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR_1 , o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} , pode ser usado com o objetivo de gerar calor, por exemplo, através da oxidação de hidrocarbonetos HC na corrente de escape, que permite a regeneração de componentes contaminados com enxofre, como o catalisador e/ou componentes dispostos a jusante do mesmo. Na regeneração dos componentes contaminados com enxofre, a quantidade de enxofre intercalada nos componentes é reduzida. O uso do primeiro catalisador do tipo slip SC_1 a montante do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR_1 resulta em boas possibilidades para gerar esse calor.

[0153] Adicionalmente, o calor aqui gerado no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 pode, através de reações exotérmicas com a corrente de escape 303, ser transportado para o filtro de particulado DPF e pode ser usado para aumentar a temperatura do filtro de particulado DPF. O filtro de particulado pode, devido a isso, ser aquecido, em que esse aquecimento é usado para obter uma oxidação de fuligem mais eficaz no filtro de particulado DPF e também pode ser usado na regeneração do filtro de particulado DPF.

[0154] De acordo com uma configuração de acordo com a invenção, o sistema de tratamento de escape tem a estrutura SC₁-SCR₁-SC_{1b}-DPF-SCR₂- SC₂. Ou seja, o sistema de tratamento de escape 350 compreende um primeiro catalisador do tipo slip SC₁, seguido a jusante por um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, seguido a jusante por um primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b}, seguido a jusante por um filtro de particulado DPF, seguido a jusante por um segundo catalisador de redução catalítica seletiva ₂, seguido a jusante por um segundo catalisador do tipo slip SC₂. Esse sistema de tratamento de escape 350 facilita os níveis de emissão para óxidos de nitrogênio NO_x próximos a zero, visto que o segundo catalisador de redução SCR₂ pode ser produzido para que trabalhe muito, por exemplo, através da dosagem aumentada do segundo aditivo, visto que é seguido a jusante pelo segundo catalisador do tipo slip SC₂. O uso do segundo catalisador do tipo slip SC₂ resulta em um desempenho adicionalmente aprimorado para o sistema, visto que um deslizamento adicional pode ser solucionado pelo segundo catalisador do tipo slip SC₂. O uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ e do primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b}, também facilita uma redução da temperatura de partida (a temperatura “arranque”) para a redução NO_x e também pode resultar em uma carga maior e, portanto, um uso aprimorado do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁.

[0155] De acordo com uma modalidade da presente invenção, o primeiro dispositivo catalisador de redução 331, no presente documento, compreende um catalisador do tipo slip SC₁ e/ou um primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b}, que é multifuncional e, conseqüentemente, reduz óxidos de nitrogênio NO_x através do uso do aditivo e também oxida o aditivo (conforme descrito acima). Isso implica em inúmeras vantagens para o sistema de tratamento de escape. O primeiro catalisador do tipo slip SC₁ e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b}, pode, no presente documento, ser usados em simbiose com o primeiro catalisador de redução SCR₁, de modo que a atividade do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ e/ou do primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b}, em relação à redução de óxidos de nitrogênio NO_x e à oxidação de aditivo e as características de depósito do

catalisador do tipo slip SC_1 e/ou do primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} para redutor constituam um complemento à função do primeiro catalisador de redução SCR_1 . A combinação dessas características para o primeiro dispositivo catalisador de redução 331, que compreende o primeiro catalisador de redução SCR_1 , o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} significa que um nível de conversão superior pode ser obtido através do primeiro dispositivo catalisador de redução 331. Adicionalmente, o uso do primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou do primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 resulta em condições que tornam possível evitar que uma oxidação não seletiva de redutor ocorra em componentes colocados a jusante do primeiro dispositivo catalisador de redução 331 no sistema de tratamento de escape, que pode compreender potencialmente metais de platina.

[0156] Ademais, os testes mostraram que a redução de óxidos de nitrogênio NO_x com o primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC_1 , e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_1 no primeiro dispositivo catalisador 331 se torna surpreendentemente eficaz. Isso é um resultado de quantidades suficientes de óxidos de nitrogênio NO_x estarem presentes na corrente de escape 303 no primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou no primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} no primeiro dispositivo catalisador 331, a fim de que uma redução eficaz de óxidos de nitrogênio NO_x seja obtida. Em outras palavras, a disponibilidade relativamente boa de óxidos de nitrogênio NO_x no primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou no primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} , pode ser usado para alcançar um desempenho muito bom e/ou uma utilização muito boa quando um catalisador do tipo slip multifuncional SC_1 e/ou um primeiro catalisador do tipo slip adicional multifuncional SC_{1b} é usado no primeiro dispositivo catalisador 331.

[0157] O primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR_1 , o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} , pode ser usado com o objetivo de gerar calor, por exemplo, através da oxidação de hidrocarbonetos HC na corrente de escape, que permite a regeneração de

componentes contaminados com enxofre, como o catalisador e/ou componentes dispostos a jusante do mesmo. Na regeneração dos componentes contaminados com enxofre, a quantidade de enxofre intercalada nos componentes é reduzida. O uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ a montante do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ resulta em boas possibilidades para gerar esse calor.

[0158] Adicionalmente, o calor gerado aqui no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 pode, através de reações exotérmicas com a corrente de escape 303, ser transportado para o filtro de particulado DPF e pode ser usado para aumentar a temperatura do filtro de particulado DPF. O filtro de particulado pode, devido a isso, ser aquecido, em que esse aquecimento é usado para obter uma oxidação de fuligem mais eficaz no filtro de particulado DPF e também pode ser usado na regeneração do filtro de particulado DPF.

[0159] De acordo com uma configuração de acordo com a invenção, o sistema de tratamento de escape tem a estrutura SC₁-SCR_{1_komb}-DPF-SCR₂. Ou seja, o sistema de tratamento de escape 350 compreende um primeiro catalisador do tipo slip SC₁ seguido a jusante por um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva combinado com um revestimento oxidante na parte de saída do mesmo substrato SCR_{1_komb}, seguido a jusante por um filtro de particulado DPF, seguido a jusante por um segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR₂. Conforme mencionado acima, o uso tanto do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR_{1_komb} quanto do segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR₂ no sistema de tratamento de escape 350, facilita a omissão de um segundo catalisador do tipo slip SC₂ no sistema de tratamento de escape 350 para algumas aplicações, o que reduz o custo de fabricação para o veículo. O uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ facilita uma carga maior e, portanto, um melhor uso do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ e facilita, ainda, uma redução da temperatura de partida (a temperatura de “arranque”) para a redução de NO_x. Adicionalmente, o uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ a montante do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, combinado com um revestimento oxidante na parte

de saída no mesmo substrato, resulta em um potencial para regeneração desse primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, combinado com um revestimento oxidante na parte de saída, de modo que o enxofre depositado seja reduzido. Tal regeneração pode, por exemplo, ser usada quando o primeiro catalisador de redução catalítica seletiva, combinado com um revestimento oxidante na parte de saída SCR_{1_komb}, compreender cobre.

[0160] De acordo com uma modalidade da presente invenção, o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 compreende um catalisador do tipo slip SC₁ que é multifuncional e, conseqüentemente, tanto reduz óxidos de nitrogênio NO_x através do uso do aditivo quanto oxida o aditivo (conforme descrito acima), o que resulta em inúmeras vantagens para o sistema de tratamento de escape. O primeiro catalisador do tipo slip SC₁ pode, no presente documento, ser usado em simbiose com o primeiro catalisador de redução SCR_{1_komb}, de modo que a atividade do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ em relação à redução de óxidos de nitrogênio NO_x e à oxidação de aditivo e as características de deposição do catalisador do tipo slip SC₁ para o redutor constituam um complemento à função do primeiro catalisador de redução SCR_{1_komb}. A combinação dessas características do primeiro dispositivo catalisador de redução 331, que compreende o primeiro catalisador de redução SCR_{1_komb} e o primeiro catalisador do tipo slip SC₁, significa que um nível de conversão superior pode ser obtido através do primeiro dispositivo catalisador de redução 331. Além disso, o uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 resulta em condições que tornam possível evitar que uma oxidação não seletiva de redutor ocorra em componentes colocados a jusante do primeiro dispositivo catalisador de redução 331 no sistema de tratamento de escape, que podem compreender potencialmente metais de platina.

[0161] Ademais, os testes mostraram que a redução de óxidos de nitrogênio NO_x com o primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ no primeiro dispositivo catalisador 331 se torna surpreendentemente eficaz. Isso é um resultado de quantidades suficientes de óxidos de nitrogênio NO_x estarem presentes na corrente de escape 303 no primeiro catalisador do tipo slip SC₁ no primeiro dispositivo

catalisador 331, a fim de que uma redução eficaz de óxidos de nitrogênio NO_x seja obtida. Em outras palavras, a disponibilidade relativamente boa de óxidos de nitrogênio NO_x no primeiro catalisador do tipo slip SC₁ pode ser usada para alcançar um desempenho muito bom e/ou uma utilização muito boa, quando um catalisador do tipo slip multifuncional for usado no primeiro dispositivo catalisador 331.

[0162] O primeiro catalisador de redução catalítica seletiva, combinado com um revestimento oxidante na parte de saída no mesmo substrato SCR_{1_komb} e/ou o primeiro catalisador do tipo slip SC₁, podem ser usados com o objetivo de gerar calor, por exemplo, através da oxidação de hidrocarbonetos HC na corrente de escape, o que permite a regeneração de componentes contaminados por enxofre, como o catalisador e/ou componentes dispostos a jusante do mesmo. Na regeneração dos componentes contaminados com enxofre, a quantidade de enxofre intercalada nos componentes é reduzida. O uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ a montante do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva, combinado com um revestimento oxidante na parte de saída no mesmo substrato SCR_{1_komb} resulta em boas possibilidades para gerar calor.

[0163] Adicionalmente, o calor gerado aqui no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 pode, através de reações exotérmicas com a corrente de escape 303, ser transportado para o filtro de particulado DPF e pode ser usado para aumentar a temperatura do filtro de particulado DPF. O filtro de particulado pode, devido a isso, ser aquecido, em que esse aquecimento é usado para obter uma oxidação de fuligem mais eficaz no filtro de particulado DPF e também pode ser usado na regeneração do filtro de particulado DPF.

[0164] De acordo com uma configuração de acordo com a invenção, o sistema de tratamento de escape tem a estrutura SC₁ - SCR_{1_komb}-DPF-SCR₂-SC₂. Ou seja, o sistema de tratamento de escape 350 compreende um primeiro catalisador do tipo slip SC₁ seguido a jusante por um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva combinado com um revestimento oxidante na parte de saída do mesmo substrato SCR_{1_komb}, seguido a jusante por um filtro de particulado DPF, seguido a jusante por um segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR₂, seguido a jusante por

um segundo catalisador do tipo slip SC₂. Esse sistema de tratamento de escape 350 facilita os níveis de emissão para óxidos de nitrogênio NO_x próximos a zero, visto que o segundo catalisador de redução SCR₂ pode ser produzido para que trabalhe muito, por exemplo, através da dosagem aumentada do segundo aditivo, visto que é seguido a jusante pelo segundo catalisador do tipo slip SC₂. O uso do segundo catalisador do tipo slip SC₂ resulta em um desempenho adicionalmente aprimorado para o sistema, visto que um deslizamento adicional pode ser solucionado pelo segundo catalisador do tipo slip SC₂. O uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ facilita uma carga maior e, portanto, um melhor uso do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁ e facilita, ainda, uma redução da temperatura de partida (a temperatura de “arranque”) para a redução de NO_x. Adicionalmente, o uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ a montante do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva, combinado com um revestimento oxidante na parte de saída no mesmo substrato SCR_{1_komb} resulta em um potencial para regeneração desse primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR₁, combinado com um revestimento oxidante na parte de saída, de modo que a quantidade de enxofre depositado seja reduzida. Tal regeneração pode, por exemplo, ser usada quando o primeiro catalisador de redução catalítica seletiva, combinado com um revestimento oxidante na parte de saída SCR_{1_komb}, compreender cobre.

[0165] De acordo com uma modalidade da presente invenção, o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 compreende um catalisador do tipo slip SC₁ que é multifuncional e, conseqüentemente, tanto reduz óxidos de nitrogênio NO_x através do uso do aditivo quanto oxida o aditivo (conforme descrito acima), o que resulta em inúmeras vantagens para o sistema de tratamento de escape. O primeiro catalisador do tipo slip SC₁ pode, no presente documento, ser usado em simbiose com o primeiro catalisador de redução SCR_{1_komb}, de modo que a atividade do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ em relação à redução de óxidos de nitrogênio NO_x e à oxidação de aditivo e as características de deposição do catalisador do tipo slip SC₁ para o redutor constituam um complemento à função do primeiro catalisador de redução SCR_{1_komb}. A combinação dessas características do primeiro dispositivo

catalisador de redução 331, que compreende o primeiro catalisador de redução SCR_{1_komb} e o primeiro catalisador do tipo slip SC₁, significa que um nível de conversão superior pode ser obtido através do primeiro dispositivo catalisador de redução 331. Além disso, o uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 resulta em condições que tornam possível evitar que uma oxidação não seletiva de redutor ocorra em componentes colocados a jusante do primeiro dispositivo catalisador de redução 331 no sistema de tratamento de escape, que podem compreender potencialmente metais de platina.

[0166] Ademais, testes mostraram que a redução de óxidos de nitrogênio NO_x com o primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ no primeiro dispositivo catalisador 331 se torna surpreendentemente eficaz. Isso é um resultado de quantidades suficientes de óxidos de nitrogênio NO_x estarem presentes na corrente de escape 303 no primeiro catalisador do tipo slip SC₁ no primeiro dispositivo catalisador 331, a fim de que uma redução eficaz de óxidos de nitrogênio NO_x seja obtida. Em outras palavras, a disponibilidade relativamente boa de óxidos de nitrogênio NO_x no primeiro catalisador do tipo slip SC₁ pode ser usada para alcançar um desempenho muito bom e/ou uma utilização muito boa, quando um catalisador do tipo slip multifuncional for usado no primeiro dispositivo catalisador 331.

[0167] O primeiro catalisador de redução catalítica seletiva, combinado com um revestimento oxidante na parte de saída no mesmo substrato SCR_{1_komb} e/ou o primeiro catalisador do tipo slip SC₁, podem ser usados com o objetivo de gerar calor, por exemplo, através da oxidação de hidrocarbonetos HC na corrente de escape, o que permite a regeneração de componentes contaminados por enxofre, como o catalisador e/ou componentes dispostos a jusante do mesmo. Na regeneração dos componentes contaminados com enxofre, a quantidade de enxofre intercalada nos componentes é reduzida. O uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ a montante do primeiro catalisador de redução catalítica seletiva, combinado com um revestimento oxidante na parte de saída no mesmo substrato SCR_{1_komb} resulta em boas possibilidades para gerar calor.

[0168] Adicionalmente, o calor gerado no presente documento no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 pode, através de reações exotérmicas com a corrente de escape 303, ser transportado para o filtro de particulado DPF e pode ser usado para aumentar a temperatura do filtro de particulado DPF. O filtro de particulado pode, devido a isso, ser aquecido, em que esse aquecimento é usado para obter uma oxidação de fuligem mais eficaz no filtro de particulado DPF e também pode ser usado na regeneração do filtro de particulado DPF.

[0169] A pelo menos uma reação exotérmica mencionada acima com a corrente de escape 303 compreende, de acordo com uma modalidade, uma oxidação de combustível, que é usada para operar o motor a combustão 101, ou seja, uma oxidação de resíduo de combustível da combustão e/ou de combustível com o qual a corrente de escape é abastecida, destinado a ser queimado no primeiro dispositivo catalisador de redução 331. O calor criado nas reações exotérmicas pode, então, ser usado, por exemplo, em uma regeneração do filtro de particulado DPF e/ou para tornar a oxidação de fuligem no filtro de particulado DPF mais eficaz, conforme descrito acima. A pelo menos uma reação exotérmica pode, no presente documento, por exemplo, compreender uma oxidação de hidrocarbonetos, uma oxidação de monóxido de nitrogênio NO_x e/ou uma oxidação de monóxido de carbono CO.

[0170] Nas configurações listadas acima de acordo com as modalidades, conforme descrito acima, o primeiro catalisador de redução $\text{SCR}_1/\text{SCR}_{1_komb}$ e o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 , podem consistir em uma unidade integrada, que compreende tanto $\text{SCR}_1/\text{SCR}_{1_komb}$ quanto SC_1 , ou pode consistir em unidades separadas para $\text{SCR}_1/\text{SCR}_{1_komb}$ e SC_1 .

[0171] Nas configurações listadas acima, de acordo com as modalidades, conforme descrito acima, o primeiro catalisador de redução SCR_1 , o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} podem compreender uma unidade integrada que compreende dois ou todos dentre o SCR_1 , SC_1 e o SC_{1b} , ou pode consistir em unidades separadas para SCR_1 , SC_1 e SC_{1b} .

[0172] De modo similar, o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 e o filtro de particulado DPF 320 podem consistir em uma unidade integrada, que

compreende tanto o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 quanto o filtro de particulado DPF 320, ou podem consistir em unidades separadas para o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 e o filtro DPF 320,

[0173] De modo similar, o segundo catalisador de redução SCR_1 e o segundo catalisador do tipo slip SC_1 podem tanto consistir em uma unidade integrada, que compreende tanto o SCR_2 quanto o SC_1 , como podem consistir em unidades separadas para o SCR_2 e para o SC_1 .

[0174] De modo similar, o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e o DPF 320 podem constituir, pelo menos parcialmente, unidades integradas ou compreender unidades separadas.

[0175] De acordo com uma modalidade da presente invenção, o sistema de tratamento de escape 350 compreende um sistema 370 para abastecimento com aditivo, que compreende pelo menos uma bomba 373 disposta para abastecer o primeiro 371 e o segundo 372 dispositivos de dosagem com aditivo, ou seja, por exemplo, amônia ou ureia.

[0176] O sistema 370 abastece, de acordo com uma modalidade, pelo menos um dentre o primeiro 371 e o segundo 372 dispositivos de dosagem com aditivo na forma líquida. O aditivo na forma líquida pode ser preenchido em muitas estações de abastecimento/postos de gasolina, em que o combustível é fornecido, de modo que se possa reabastecer com o aditivo e, conseqüentemente, um uso otimizado das duas etapas de redução no sistema de tratamento de escape possa ser assegurado, em que o uso otimizado pode, por exemplo, implicar no fato de que tanto o primeiro quanto o segundo dispositivos de dosagem são usados para dosagem em diferentes tipos de operação. O uso otimizado, por exemplo, não é limitado, então, ao fato de que o primeiro dispositivo de dosagem é usado apenas em partidas a frio. Atualmente, portanto, há redes de distribuição já existentes para aditivos líquidos, que asseguram a disponibilidade do aditivo onde o veículo é conduzido.

[0177] Adicionalmente, o veículo precisa apenas ser completado com um dispositivo de dosagem adicional, o primeiro 371 dispositivo de dosagem, se apenas aditivo líquido estiver disponível para uso. Conseqüentemente, a complexidade

adicionada é minimizada através do uso apenas de aditivo líquido. Por exemplo, se o aditivo gasoso também for usado, além do aditivo líquido, o sistema de tratamento de escape precisa ser usado com um sistema completo para abastecimento com o aditivo gasoso. Além disso, uma rede de distribuição e/ou logística para abastecimento com o aditivo gasoso precisa ser construída.

[0178] A emissão secundária total do sistema de tratamento de escape, por exemplo, de amônia NH_3 , dióxidos de nitrogênio NO_2 e/ou gás de riso N_2O em uma operação comum do motor a combustão, ou seja, não apenas em partidas a frio, pode, através do uso de uma modalidade da presente invenção, ser reduzida por meio da administração do aditivo tanto no primeiro 371 quanto no segundo 372 dispositivos de dosagem. Isso presume, entretanto, que é possível fornecer uma dosagem substancialmente contínua no uso da modalidade. Através do uso de aditivo na forma líquida, o aditivo dura mais sem interrupção para manutenção, visto que o aditivo na forma líquida está disponível para compra em postos de gasolina comuns. Consequentemente, a dosagem substancialmente contínua tanto com o primeiro 371 quanto com o segundo 372 dispositivo de dosagem pode ser realizada durante a totalidade dos intervalos de manutenção normais para um veículo.

[0179] A possibilidade de dosagem contínua tanto com o primeiro 371 quanto com o segundo 372 dispositivos de dosagem significa que o sistema de tratamento de escape pode ser usado com todo o seu potencial. Dessa forma, o sistema pode ser controlado, de modo que níveis totais robustos e muito altos de conversão de NO_x possam ser obtidos ao longo do tempo, sem que o sistema precise compensar pela falta de aditivo. A disponibilidade assegurada de aditivo também significa que um controle confiável de NO_2/NO_x no nível de NO_2 possa sempre ser executado, ou seja, durante todo o intervalo de manutenção.

[0180] Usar aditivo na forma líquida para dosagem tanto com o primeiro 371 quanto com o segundo 372 dispositivos de dosagem, significa que a complexidade do sistema 370 é mantida baixa, visto que um tanque conjunto pode ser usado para armazenamento do aditivo. O aditivo na forma líquida pode ser preenchido em muitas estações de abastecimento/postos de gasolina, em que o combustível é

fornecido, de modo que se possa reabastecer o aditivo e, conseqüentemente, um uso otimizado das duas etapas de redução no sistema de tratamento de escape possa ser assegurado.

[0181] De acordo com outra modalidade, o sistema 370 abastece pelo menos um dentre o primeiro 371 e o segundo 372 dispositivos de dosagem com aditivo na forma gasosa. De acordo com uma modalidade, esse aditivo pode consistir em hidrogênio H₂.

[0182] Um exemplo de tal sistema 370 para abastecimento com aditivo é mostrado esquematicamente na Figura 3, em que o sistema compreende o primeiro dispositivo de dosagem 371 e o segundo dispositivo de dosagem 372, que são dispostos a montante do primeiro catalisador de redução 331 e a montante do segundo catalisador de redução 332, respectivamente. O primeiro e o segundo dispositivos de dosagem 371, 372, que frequentemente consistem em bocais de dosagem que administram aditivo a, e misturam tal aditivo com a corrente de escape 303, são abastecidos com aditivo através da pelo menos uma bomba 373, por meio de condutos 375 para aditivo. A pelo menos uma bomba 373 obtém aditivo a partir de um ou vários tanques 376 para aditivo, por meio de um ou vários condutos 377 entre o tanque/tanques 376 e a pelo menos uma bomba 373. Deve ser observado, no presente documento, que o aditivo pode estar na forma líquida e/ou na forma gasosa, conforme descrito acima. Onde o aditivo estiver na forma líquida, a bomba 373 é uma bomba de líquido e o um ou vários tanques 376 são tanques para líquido. Onde o aditivo estiver na forma gasosa, a bomba 373 é uma bomba de gás e o um ou vários tanques 376 são tanques para gás. Se tanto aditivos gasosos quanto líquidos forem usados, vários tanques e bombas são dispostos, em que pelo menos um tanque e uma bomba são configurados para abastecer com aditivo líquido e pelo menos um tanque e uma bomba são configurados para abastecer com aditivo gasoso.

[0183] De acordo com uma modalidade da invenção, a pelo menos uma bomba 373 compreende uma bomba conjunta, que alimenta tanto o primeiro 371 quanto o segundo 372 dispositivos de dosagem com o primeiro e o segundo aditivo,

respectivamente. De acordo com outra modalidade da invenção, a pelo menos uma bomba compreende uma primeira e uma segunda bombas, que alimentam o primeiro 371 e o segundo 372 dispositivos de dosagem, respectivamente, com o primeiro e o segundo aditivos, respectivamente. A função específica do sistema de aditivo 370 é bem descrita na tecnologia da técnica anterior e o método exato para a injeção de aditivo, portanto, não é descrito em maiores detalhes no presente documento. Geralmente, entretanto, a temperatura no ponto de injeção/catalisador de SCR deve ser acima de uma temperatura de limiar inferior, para evitar precipitados e formação de subprodutos indesejados, como nitrato de amônia NH_4NO_3 . Um exemplo de um valor para tal temperatura de limiar inferior pode ser aproximadamente 200 °C. De acordo com uma modalidade da invenção, o sistema 370 para abastecimento com aditivo compreende um dispositivo de controle de dosagem 374, disposto para controlar a pelo menos uma bomba 373, de modo que a corrente de escape seja abastecida com o aditivo. O dispositivo de controle de dosagem 374 compreende, de acordo com uma modalidade, um primeiro dispositivo de controle de bomba 378 disposto para controlar a pelo menos uma bomba 373, de tal maneira que a corrente de escape 303 seja abastecida com uma primeira dosagem do primeiro aditivo por meio do primeiro dispositivo de dosagem 371. O dispositivo de controle de dosagem 374 também compreende um segundo dispositivo de controle de bomba 379, disposto para controlar a pelo menos uma bomba 373, de modo que a corrente de escape 303 seja abastecida com uma segunda dosagem do segundo aditivo por meio do segundo dispositivo de dosagem 372.

[0184] O primeiro e o segundo aditivos geralmente consistem no mesmo tipo de aditivo, por exemplo, ureia. Entretanto, de acordo com uma modalidade da presente invenção, o primeiro aditivo e o segundo aditivo podem ser de tipos diferentes, por exemplo, ureia e amônia, o que significa que a dosagem para cada um dentre o primeiro 331 e o segundo 332 dispositivos de catalisador de redução e, conseqüentemente, também a função de cada um dentre o primeiro 331 e o segundo 332 dispositivos de catalisador de redução, podem ser otimizadas, ainda,

em relação ao tipo de aditivo. Se tipos diferentes de aditivo forem usados, o tanque 376 compreende vários subtanques que contêm os diferentes tipos respectivos de aditivo. Uma ou várias bombas 373 podem ser usadas para abastecer o primeiro dispositivo de dosagem 371 e o segundo dispositivo de dosagem 372 com os diferentes tipos de aditivo. Conforme mencionado acima, os um ou vários tanques e as uma ou várias bombas, são adaptadas de acordo com o estado do aditivo, ou seja, de acordo com a possibilidade de o aditivo ser gasoso ou líquido.

[0185] As uma ou várias bombas 373, portanto, são controladas por um dispositivo de controle de dosagem 374, que gera sinais de controle para o controle de abastecimento com aditivo, de modo que uma quantidade desejada seja injetada na corrente de escape 303 com o auxílio do primeiro 371 e do segundo 372 dispositivos de dosagem, respectivamente, a montante do primeiro 331 e do segundo 332 dispositivos de catalisador de redução, respectivamente. Em maiores detalhes, o primeiro dispositivo de controle de bomba 378 é disposto para controlar tanto uma bomba conjunta quanto uma bomba dedicada para o primeiro dispositivo de dosagem 371, de modo que a primeira dosagem seja controlada para que a corrente de escape 303 seja abastecida com a mesma por meio do primeiro dispositivo de dosagem 371. O segundo dispositivo de controle de bomba 379 é disposto para controlar tanto uma bomba conjunta quanto uma bomba dedicada para o segundo dispositivo de dosagem 372, de modo que a segunda dosagem seja controlada para que a corrente de escape 303 seja abastecida com a mesma por meio do segundo dispositivo de dosagem 372.

[0186] De acordo com um aspecto da presente invenção, um método é fornecido para o tratamento de uma corrente de escape 303, que é emitida por um motor a combustão 301. Esse método é descrito no presente documento com o auxílio da Figura 4, em que as etapas do método seguem o fluxo da corrente de escape através do sistema de tratamento de escape 350.

[0187] Em uma primeira etapa 401 do método, a corrente de escape é abastecida com um primeiro aditivo com o uso de um primeiro dispositivo de dosagem 371. Em uma segunda etapa 402 do método, uma redução de óxidos de

nitrogênio NO_x é executada na corrente de escape com o uso desse primeiro aditivo, em um primeiro dispositivo catalisador de redução 331, que compreende pelo menos um primeiro catalisador do tipo slip SC_1 multifuncional incluindo um revestimento de redução de óxidos de nitrogênio NO_x estando em contato direto com a corrente de escape 303, e uma ou várias substâncias compreendidas no grupo de metais de platina, e/ou uma ou várias outras substâncias que fornecem características similares como dos metais do grupo da platina. O primeiro catalisador do tipo slip SC_1 é, portanto, multifuncional de modo que primariamente executa uma redução de óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape 303 e secundariamente oxida um resíduo de aditivo, em que tal resíduo consiste em, por exemplo, uréia, amônia NH_3 , ou ácido isociânico HNCO . O primeiro dispositivo catalisador de redução 331 pode também, de acordo com várias modalidades, compreender um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva SCR_1 e/ou o SCR_{1_komb} descrito acima e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_1 , disposto a jusante do primeiro dispositivo de dosagem 371. Deve ser observado que a redução de óxidos de nitrogênio NO_x com o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 no presente documento pode compreender uma oxidação parcial, contanto que a reação total constitua uma redução de óxidos de nitrogênio NO_x .

[0188] Em uma terceira etapa 403 do método, que pode ser executado antes, ao mesmo tempo, ou após a segunda etapa 402, o calor é gerado por meio de pelo menos uma reação exotérmica com a corrente de escape 303 no primeiro dispositivo catalisador de redução 331, conforme descrito acima.

[0189] Em uma quarta etapa 404 do método, a corrente de escape é filtrada de modo que as partículas de fuligem sejam capturadas e oxidadas por um filtro de particulado 320.

[0190] Em uma quinta etapa 405 do método, a corrente de escape 303 é abastecida com um segundo aditivo com o uso de um segundo dispositivo de dosagem 372. Em uma sexta etapa 406 do método, uma redução de óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape 303 é executada através do uso pelo menos do segundo aditivo em um segundo dispositivo catalisador de redução 332, que pode compreender um segundo catalisador de redução catalítica seletiva SCR_2 e, em algumas configurações, um segundo catalisador do tipo slip SC_2 disposto a

jusante do segundo dispositivo de dosagem 371. O segundo catalisador do tipo slip, no presente documento, oxida um excesso de amônia e/ou fornece uma redução adicional de óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape 303. Deve ser observado que a redução de óxidos de nitrogênio NO_x com o segundo dispositivo catalisador de redução 332 no presente documento pode compreender uma oxidação parcial, contanto que a reação total constitua uma redução de óxidos de nitrogênio NO_x .

[0191] Pode ser observado que uma primeira temperatura T1, à qual o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 é exposto, e uma segunda temperatura T2, à qual o segundo dispositivo catalisador de redução 332 é exposto, são muito significativas para a função do sistema de tratamento de escape 350. Entretanto, é difícil controlar essas temperaturas T1, T2, visto que as mesmas dependem amplamente da forma como o condutor conduz o veículo, ou seja, a primeira T1 e a segunda T2 temperaturas dependem da operação atual do veículo e entradas, por exemplo, por meio do pedal de acelerador no veículo.

[0192] O método para tratamento de escape e o sistema de tratamento de escape 350 em si, se tornam consideravelmente mais eficazes do que um sistema tradicional (conforme mostrado na Figura 2) pelo fato de que a primeira temperatura T1 para o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 alcança, por exemplo, em processos de partida, valores superiores para a primeira temperatura T1 mais rápido e, portanto, alcança uma eficácia superior na redução de óxidos de nitrogênio NO_x , através do método de acordo com a presente invenção. Consequentemente, uma redução mais eficaz de óxidos de nitrogênio NO_x é obtida, por exemplo, em partidas a frio e a aceleração de baixas temperaturas de escape resulta em um aumento menor do consumo de combustível em tais modos de condução. Em outras palavras, a presente invenção utiliza a primeira T1 e a segunda T2 temperaturas, que são difíceis de controlar, para sua vantagem, de modo que as mesmas contribuam para aumentar a eficácia geral do sistema de purificação de escape.

[0193] As vantagens mencionadas acima para o sistema de tratamento de escape 350 também são obtidas para o método de acordo com a presente invenção.

[0194] Conforme mencionado acima, de acordo com uma modalidade da presente invenção, o catalisador do tipo slip SC₁, SC₂ pode ser um catalisador do tipo slip multifuncional, que tanto reduz os óxidos de nitrogênio NO_x quanto oxida resíduos de aditivo, por exemplo, reduzindo-se primariamente os óxidos de nitrogênio NO_x e oxidando-se secundariamente os resíduos de aditivo. A fim de obter essas características, o catalisador do tipo slip pode compreender, de acordo com uma modalidade, uma ou várias substâncias compreendidas em metais de platina e/ou uma ou várias outras substâncias que fornecem ao catalisador do tipo slip características similares ao grupo de metais de platina.

[0195] Tal catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ compreendido no primeiro dispositivo catalisador de redução 331, de acordo com uma modalidade da invenção, pode constituir o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 por si só, o que significa que o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 consiste apenas no catalisador do tipo slip multifuncional SC₁.

[0196] Tal catalisador do tipo slip multifuncional SC₁, SC_{1b}, compreendido no primeiro dispositivo catalisador de redução 331, de acordo com outra modalidade da invenção, pode constituir o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 em combinação com um primeiro catalisador de redução SCR₁, o que significa que o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 consiste no primeiro catalisador de redução SCR₁ e no catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ e, de acordo com algumas modalidades, também em um primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b}.

[0197] Tal catalisador do tipo slip multifuncional SC₁, SC_{1b}, compreendido no primeiro dispositivo catalisador de redução 331, de acordo com uma modalidade de um método de acordo com a invenção, pode ser usado de uma forma inovadora em relação aos usos da técnica anterior de catalisadores do tipo slip.

[0198] Esse método inovador para uso do catalisador do tipo slip multifuncional SC₁, SC₁ usa o fato de que a corrente de escape 303, quando passa através do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ e/ou do primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b}, colocado no primeiro dispositivo catalisador de redução 331, é rica em óxidos

de nitrogênio NO_x , ou seja, a mesma contém uma fração relativamente grande de óxidos de nitrogênio NO_x , o que significa que a corrente de escape contém um excesso de teor de NO_x em relação ao teor de NH_3 . Essa fração relativamente grande de óxidos de nitrogênio NO_x , ou seja, o excesso de NO_x em relação à NH_3 no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 excede amplamente a fração de óxidos de nitrogênio NO_x , ou seja, o excesso de NO_x em relação à NH_3 na corrente de escape 303 quando a mesma passa pelo segundo dispositivo catalisador de redução 332, o que significa que o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} , no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 tem um impacto totalmente diferente sobre a corrente de escape 303 em comparação a um segundo catalisador do tipo slip SC_2 no segundo dispositivo catalisador de redução 332. Isso se deve ao fato de que a corrente de escape 303 contém muito menos de um excesso de óxidos de nitrogênio NO_x , ou seja, um excesso muito menor de NO_x em relação à NH_3 , no segundo dispositivo catalisador de redução 332, do que no primeiro dispositivo catalisador de redução 331.

[0199] Quando o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_1 no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 tem um bom acesso aos óxidos de nitrogênio NO_x , ou seja, quando o mesmo tem um excesso relativamente grande de NO_x em relação à NH_3 , o mesmo pode, então, ser usado como um catalisador do tipo slip multifuncional tanto para a redução de óxidos de nitrogênio NO_x quanto para a oxidação de aditivo como, por exemplo, resíduos de aditivo que passaram através de um primeiro catalisador de redução SCR_1 .

[0200] Para o segundo catalisador do tipo slip SC_2 no segundo dispositivo catalisador de redução 332, substancialmente apenas a oxidação de resíduos de aditivo que passou através do segundo catalisador de redução SCR_2 é obtida, visto que apenas baixos níveis de óxidos de nitrogênio NO_x estão disponíveis na corrente de escape 303.

[0201] O primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC_1 e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} 700, de acordo com uma modalidade, compreendem pelo menos duas camadas/estratos ativos dispostos pelo menos em

uma camada/estrato de estabilização 701, que é esquematicamente ilustrado na Figura 7. Deve ser observado que a modalidade mostrada na Figura 7 é apenas um exemplo de um possível projeto de um primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ e/ou um primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} – Um primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ e/ou um primeiro catalisador do tipo slip adicional SC₁ podem ser adaptados de inúmeras formas, contanto que as reações descritas acima, que podem corresponder, por exemplo, às equações 1 e 2, sejam alcançadas pelo primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ e/ou pelo primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b}. Consequentemente, inúmeros projetos, além do mostrado na Figura 7, do primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ e/ou do primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b}, que resultam em uma oxidação de aditivo e uma redução de óxidos de nitrogênio NO_x, podem ser usados para o primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ e/ou para o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b}.

[0202] A primeira camada 702 dentre essas camadas ativas compreende uma ou várias substâncias compreendidas nos metais de platina ou uma ou várias outras substâncias, que fornecem ao catalisador do tipo slip características similares ao grupo de metais de platina, ou seja, por exemplo, oxidação de amônia. A segunda camada 703 pode compreender um revestimento de redução de NO_x, por exemplo, que compreende zeólito de Cu ou de Fe ou vanádio. O zeólito, no presente documento, é ativado com um metal ativo como, por exemplo, cobre (Cu) ou ferro (Fe). A segunda camada 703 no presente documento está em contato direto com a corrente de escape 303 que passa através do sistema de tratamento de escape.

[0203] O primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b}, de acordo com uma modalidade da presente invenção, têm um tamanho relativamente pequeno, de modo que uma velocidade de espaço acima de aproximadamente 50.000 por hora possa ser obtida para uma maioria de modos de condução. O uso do primeiro catalisador do tipo slip SC₁ e/ou do primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} de tamanho limitado no primeiro dispositivo catalisador de redução 331, em que há um bom acesso aos óxidos de

nitrogênio NO_x em relação ao acesso à amônia, porém, em que há limitações em relação ao volume/tamanho do catalisador do tipo slip SC_1 , SC_{1b} , resulta em várias vantagens surpreendentes.

[0204] Primeiramente, o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} podem, portanto, ser usados no presente documento como um catalisador do tipo slip multifuncional, tanto para redução de óxidos de nitrogênio NO_x quanto para oxidação de aditivo. A excelente disponibilidade de óxidos de nitrogênio NO_x no primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou no primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} resulta em uma boa redução muito eficaz de óxidos de nitrogênio NO_x com o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou no primeiro catalisador do tipo slip adicional

[0205] Adicionalmente, os testes mostraram que um breve tempo de espera da corrente de escape 303 no primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou no primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} , que se deve ao fato de que, devido ao seu tamanho relativamente limitado, a corrente de escape flui além do primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou do primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} rapidamente, em combinação com a disponibilidade muito boa de óxidos de nitrogênio NO_x , resulta em um catalisador do tipo slip multifuncional muito seletivo SC_1 SC_{1b} . Foi mostrado que o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} , são usados de modo surpreendentemente intenso sob essas condições, ou seja, em um breve tempo de espera e com uma alta fração de óxidos de nitrogênio NO_x , que resulta em uma redução muito boa de óxidos de nitrogênio NO_x .

[0206] Em outras palavras, a capacidade do primeiro catalisador do tipo slip SC_1 , e/ou do primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} para contribuir com uma redução dos óxidos de nitrogênio NO_x e/ou com a oxidação, por exemplo, de hidrocarbonetos e/ou de amônia NH_3 , pode ser impactada através da seleção de um tamanho adequado para o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou para o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} e/ou adicionando-se uma composição de

escape adequada, por exemplo, que contenha frações adequadas de NO_x e/ou de NH_3 .

[0207] De acordo com uma modalidade da presente invenção, o primeiro dispositivo catalisador de redução 331, ou seja, o primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou o primeiro catalisador de redução SCR_1 e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_1 e/ou o primeiro catalisador de redução catalítica seletiva com um revestimento oxidante em sua saída SCR_{1_komb} , pode ser usado para oxidação de hidrocarbonetos HC e/ou de monóxido de carbono CO, que ocorre naturalmente na corrente de escape. Por exemplo, os hidrocarbonetos HC na corrente de escape 303 podem ser compreendidos em resíduos de combustível a partir da combustão no motor a combustão 101 e/ou a partir de injeções extras de combustível em conexão com a regeneração do filtro de particulado DPF.

[0208] A oxidação de hidrocarbonetos no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 também pode compreender pelo menos uma reação exotérmica, ou seja, uma reação que gera calor, de modo que um aumento na temperatura resulte no primeiro dispositivo catalisador de redução 331 e/ou para componentes que seguem a jusante, como o filtro de particulado DPF 320 e/ou um silenciador, no sistema de tratamento de escape 350. Tal aumento de temperatura pode ser usado na oxidação de fuligem no filtro de particulado DPF 320 e/ou para limpar o silenciador de subprodutos como, por exemplo, a ureia. Através dessa pelo menos uma reação exotérmica, a oxidação de hidrocarbonetos HC também é facilitada no primeiro dispositivo catalisador de redução 331. Adicionalmente, a camada de SCR no primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou no primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} , pode ser desativada ao longo do tempo, por exemplo, através de enxofre, o que significa que uma reação exotérmica de geração de calor pode ser necessária a fim de assegurar a função através de uma regeneração do primeiro catalisador do tipo slip SC_1 e/ou do primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} . De modo similar, uma reação exotérmica de geração de calor pode ser usada a fim de assegurar, através de uma regeneração, a função de um primeiro catalisador de

redução seletiva SCR₁. Conforme mencionado acima, a regeneração reduz a quantidade de enxofre no catalisador/componente que é regenerado.

[0209] O primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b}, colocado no primeiro dispositivo catalisador de redução 331, também tem uma capacidade para oxidar monóxido de nitrogênio NO em dióxido de nitrogênio NO₂. Dessa forma, o filtro de particulado DPF colocado a jusante é abastecido com o dióxido de nitrogênio NO₂, o que facilita uma oxidação de fuligem eficaz no filtro de particulado DPF, em que a oxidação de fuligem é uma oxidação com base em dióxido de nitrogênio.

[0210] A disponibilidade de dióxido de nitrogênio NO₂ a jusante do primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b}, também significa que uma redução aumentada de óxidos de nitrogênio NO_x pelo segundo dispositivo catalisador de redução 332 pode ser obtida.

[0211] De acordo com uma modalidade da presente invenção, o primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional multifuncional SC_{1b}, compreendem uma ou várias substâncias adequadas, como os metais de platina mencionados acima, que criam a pelo menos uma reação exotérmica resultando no aumento de temperatura, quando as uma ou várias substâncias adequadas reagem com a corrente de escape 303. Nas reações, o monóxido de nitrogênio NO é oxidado em dióxido de nitrogênio NO₂. Nas reações, o monóxido de carbono NO_x e/ou os hidrocarbonetos HC são oxidados conforme descrito acima.

[0212] As características listadas acima e as vantagens especificadas, para um primeiro catalisador do tipo slip multifuncional SC₁ e/ou o primeiro catalisador do tipo slip adicional SC_{1b} no primeiro dispositivo catalisador de redução 331, podem ser produzidas para funcionar muito bem para um sistema de tratamento de escape 350 conforme descrito acima, ou seja, com um primeiro dispositivo catalisador de redução 331, seguido a jusante por um filtro de particulado DPF 320, seguido a jusante por um segundo dispositivo catalisador de redução 332 e sem nenhum

catalisador de oxidação DOC entre o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 e o filtro DPF 320.

[0213] De acordo com uma modalidade do método de acordo com a presente invenção, a redução é controlada com o primeiro dispositivo catalisador de redução 331, de modo que ocorra em um intervalo de temperatura de redução T_{red} , que, pelo menos parcialmente, difere de um intervalo de temperatura de oxidação T_{ox} , em que ocorre uma oxidação de fuligem significativa no filtro de particulado 320, $T_{red} \neq T_{ox}$, de modo que a redução de óxidos de nitrogênio NO_x no primeiro dispositivo catalisador de redução não compita significativamente com a oxidação de fuligem com base em dióxido de nitrogênio no filtro de particulado DPF.

[0214] De acordo com uma modalidade do método de acordo com a presente invenção, o abastecimento do primeiro dispositivo de dosagem 371 e/ou do segundo dispositivo de dosagem 372 com aditivo é aumentado a um nível de aditivo abastecido em que os resíduos/precipitados/cristalização pode/podem surgir. Esse nível, por exemplo, pode ser determinado por meio de uma comparação com um valor de limiar predeterminado para o abastecimento. O uso dessa modalidade, portanto, pode resultar em resíduos/precipitados/cristais de aditivo sendo criado.

[0215] De acordo com uma modalidade do método de acordo com a presente invenção, o abastecimento do primeiro dispositivo de dosagem 371 e/ou do segundo dispositivo de dosagem 372 com aditivo é reduzido quando os precipitados/resíduos de aditivo se formam, de modo que esses precipitados possam ser desfeitos através do aquecimento. A redução pode implicar no fato de que o abastecimento é completamente cortado. Consequentemente, por exemplo, uma maior quantidade de dosagem na primeira posição de dosagem para o primeiro dispositivo catalisador de redução pode ser permitida, visto que precipitados/resíduos em potencial podem ser desfeitos através de aquecimento naturalmente, ao mesmo tempo que as exigências de emissão são satisfeitas através do segundo dispositivo catalisador de redução durante esse momento. A redução/interrupção de abastecimento, no presente documento, pode depender de condições de operação medidas, modeladas e/ou previstas atualmente para o motor a combustão e/ou para o sistema de tratamento

de escape. Dessa forma, por exemplo, o segundo dispositivo catalisador de redução 332 não precisa ser configurado para lidar com uma interrupção do abastecimento através do primeiro dispositivo de dosagem 371 para todos os modos de operação. Portanto, um controle inteligente facilita um sistema menor, que pode ser usado quando for adequado e, quando esse sistema puder fornecer uma função catalítica necessária.

[0216] De acordo com uma modalidade do método, o primeiro dispositivo catalisador de redução 371 é otimizado com base em características, como características catalíticas, para o primeiro 371 e/ou o segundo 372 dispositivos de catalisador de redução. Adicionalmente, o segundo dispositivo catalisador de redução 372 pode ser otimizado com base em características, como características catalíticas, para o primeiro 371 e/ou para o segundo 372 dispositivos de catalisador de redução. Essas possibilidades de otimizar o primeiro dispositivo catalisador de redução e/ou o segundo dispositivo catalisador de redução, resultam em uma purificação de escape eficaz geral, que mais bem reflete as condições do sistema completo de tratamento de escape.

[0217] As características mencionadas acima para o primeiro 371 e/ou o segundo 372 dispositivos de catalisador de redução, podem ser relacionada a uma ou várias características catalíticas para o primeiro 371 e/ou o segundo 372 dispositivos de catalisador de redução, um tipo de catalisador para o primeiro 371 e/ou o segundo 372 dispositivos de catalisador de redução, um intervalo de temperatura, em que o primeiro 371 e/ou o segundo 372 dispositivos de catalisador de redução são ativos e uma cobertura de amônia para o primeiro 371 e/ou o segundo 372 dispositivos de catalisador de redução 372.

[0218] De acordo com uma modalidade da presente invenção, o primeiro dispositivo catalisador de redução 371 e o segundo dispositivo catalisador de redução 372, respectivamente, são otimizados com base em condições de operação para o primeiro 371 e o segundo 372 dispositivos de catalisador de redução, respectivamente. Essas condições de operação podem ser relacionadas a uma temperatura, ou seja, uma temperatura estática, para o primeiro 371 e o segundo

372 dispositivos de catalisador de redução, respectivamente, e/ou a uma tendência de temperatura, ou seja, a uma alteração da temperatura, para o primeiro 371 e para o segundo 372 dispositivo catalisador de redução, respectivamente.

[0219] De acordo com uma modalidade do método de acordo com a presente invenção, quando um DOC, um catalisador do tipo slip SC e/ou um combicat são compreendidos no sistema de tratamento de escape, é executado um controle ativo da redução implantada pelo primeiro dispositivo catalisador de redução 331, com base em uma relação entre a quantidade de dióxido de nitrogênio NO_{2_2} e a quantidade de óxidos de nitrogênio NO_{x_2} que alcança o segundo dispositivo catalisador de redução 332. Em outras palavras, a razão $\text{NO}_{2_2}/\text{NO}_{x_2}$ é controlada de modo que tenha um valor adequado para a redução no segundo dispositivo catalisador de redução 332, através da qual uma redução mais eficaz pode ser obtida. Em maiores detalhes, no presente documento, o primeiro dispositivo catalisador de redução 331 tem uma primeira redução de uma primeira quantidade de óxidos de nitrogênio NO_{x_1} , que alcança o primeiro dispositivo catalisador de redução 331. No segundo dispositivo catalisador de redução 332, uma segunda redução de uma segunda quantidade de óxidos de nitrogênio NO_{x_2} é executada, de modo a alcançar o segundo dispositivo catalisador de redução 332, em que é executada uma adaptação da razão $\text{NO}_{2_2}/\text{NO}_{x_2}$, entre a quantidade de dióxido de nitrogênio NO_{2_2} e a segunda quantidade de óxidos de nitrogênio NO_{x_2} que alcança o segundo dispositivo catalisador de redução 332. Essa adaptação é executada no presente documento com o uso de um controle ativo da primeira redução com base em um valor para a razão de NO_2/NO_x com a intenção de fornecer a razão de $\text{NO}_{2_2}/\text{NO}_{x_2}$ com um valor que torna a segunda redução mais eficaz. O valor para a razão de $\text{NO}_{2_2}/\text{NO}_{x_2}$, no presente documento, pode consistir em um valor medido, um valor modelado e/ou um valor previsto.

[0220] Uma pessoa versada na técnica perceberá que o método para o tratamento de uma corrente de escape de acordo com a presente invenção também pode ser implantado por instruções implementadas em computador, as quais, quando são executadas em um computador, farão com que o computador execute o

método. As instruções de computador são armazenadas em um produto de programa de computador 503, em que o produto de programa de computador compreende um meio de computador não volátil/permanente/persistente/durável de armazenamento digital adequado no qual o programa de computador é armazenado. O dito meio de computador não volátil/permanente/persistente/durável consiste em uma memória adequada, por exemplo: ROM (Memória Somente de Leitura), PROM (Memória Somente de Leitura Programável), EPROM (PROM Apagável), Flash, EEPROM (PROM Eletricamente Apagável), um dispositivo de disco rígido, etc.

[0221] A Figura 5 mostra esquematicamente um dispositivo de controle 500. O dispositivo de controle 500 compreende uma unidade de cálculo 501, que pode consistir em, essencialmente, um tipo adequado de processador ou microcomputador, por exemplo, um circuito para processamento de sinal digital (processador de sinal digital, DSP), ou um circuito com uma função específica predeterminada (Circuito Integrado de Aplicação Específica, ASIC). A unidade de cálculo 501 é conectada a uma unidade de memória 502 instalada no dispositivo de controle 500, que dota a unidade de cálculo 501 com, por exemplo, o código de programa armazenado e/ou os dados armazenados que a unidade de cálculo 501 precisa de modo a ter a capacidade de realizar cálculos. A unidade de cálculo 501 também é ajustada para armazenar resultados de cálculos temporários ou finais na unidade de memória 502.

[0222] Adicionalmente, o dispositivo de controle 500 é equipado com dispositivos 511, 512, 513, 514 para a recepção e envio de sinais de entrada e saída, respectivamente. Esses sinais de entrada e saída podem conter formatos de onda, pulsos ou outros atributos, que podem ser detectados como informações pelos dispositivos 511, 513 para a recepção de sinais de entrada e podem ser convertidos em sinais que podem ser processados pela unidade de cálculo 501. Esses sinais são, então, fornecidos para a unidade de cálculo 501. Os dispositivos 512, 514 para enviar sinais de saída são dispostos para converter o resultado de cálculo da unidade cálculo 501 em sinais de saída para a transferência para outras partes do

sistema de controle do veículo e/ou do componente ou dos componentes para os quais os sinais são destinados.

[0223] Cada uma das conexões para os dispositivos de recepção e envio de sinais de entrada e saída pode consistir em um ou inúmeros de um cabo; um barramento de dados, tal como um barramento CAN (barramento de Rede de Área do Controlador), um barramento MOST (barramento de Transporte de Sistema Orientado por Meio) ou qualquer outra configuração de barramento; ou de uma conexão sem fio.

[0224] Uma pessoa versada na técnica irá perceber que o computador mencionado acima pode consistir em uma unidade de cálculo 501 e que a memória mencionada acima pode consistir na unidade de memória 502.

[0225] Em geral, sistemas de controle em veículos modernos consistem em um sistema de barramento de comunicações que consiste em um ou inúmeros barramentos de comunicação para conectar inúmeros dispositivos de controle eletrônicos (ECUs) ou controladores e componentes diferentes localizados no veículo. Um tal sistema de controle pode compreender um grande número de dispositivos de controle, e a responsabilidade para uma função específica pode ser distribuída dentre mais de um dispositivo de controle. Os veículos do tipo mostrado, portanto, frequentemente compreendem significativamente mais dispositivos de controle do que o que é mostrado na Figura 5, que é bem conhecido por uma pessoa versada na técnica na área da tecnologia.

[0226] Conforme uma pessoa versada na técnica perceberá, o dispositivo de controle 500 na Figura 5 pode compreender um ou diversos dentre os dispositivos de controle 115 e 160 na Figura 1, o dispositivo de controle 260 na Figura 2, o dispositivo de controle 360 na Figura 3 e o dispositivo de controle 374 na Figura 3.

[0227] A presente invenção, na modalidade mostrada, é implantada no dispositivo de controle 500. A invenção também pode, no entanto, ser implantada por completo ou parcialmente em um ou inúmeros outros dispositivos de controle já existentes no veículo ou um dispositivo de controle dedicado para a presente invenção.

[0228] Uma pessoa versada na técnica também perceberá que o sistema de tratamento de escape acima pode ser modificado de acordo com as modalidades diferentes do método de acordo com a invenção. Além disso, a invenção se refere ao veículo-motor 100, por exemplo um carro, um caminhão ou um ônibus, ou outra unidade que compreende pelo menos um sistema de tratamento de escape de acordo com a invenção, tal como, por exemplo, uma embarcação ou um gerador de tensão/corrente.

[0229] A presente invenção não se limita às modalidades da invenção descrita acima, porém se refere a, e compreende, todas as modalidades dentro do escopo das reivindicações independentes anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para tratamento de uma corrente de escape (303) que resulta de uma combustão em um motor a combustão (301) caracterizado pelo fato de que

- um controle de um abastecimento (401) de um primeiro aditivo na dita corrente de escape através do uso de um primeiro dispositivo de dosagem (371), em que o dito abastecimento (401) do dito primeiro aditivo impacta uma redução (402) de óxidos de nitrogênio NO_x na dita corrente de escape, através do uso do dito primeiro aditivo em pelo menos um primeiro dispositivo catalisador de redução (331), disposto a jusante do dito primeiro dispositivo de dosagem (371) e disposto para a redução de óxidos de nitrogênio NO_x na dita corrente de escape (303), através do uso do dito primeiro aditivo, em que o dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331) compreende um primeiro catalisador do tipo slip (SC₁) multifuncional, o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC₁) multifuncional incluindo:

- um revestimento de redução de óxidos de nitrogênio NO_x estando em contato direto com a corrente de escape (303) que passa através do sistema de tratamento de escape (350); e

- uma ou várias substâncias compreendidas no grupo de metais de platina, e/ou uma ou várias outras substâncias que fornecem características similares como dos metais do grupo da platina; o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC₁) multifuncional portanto executando primariamente a redução de óxidos de nitrogênio NO_x e secundariamente a oxidação de um resíduo de aditivo na dita corrente de escape (303);

- geração (403) de calor através de pelo menos uma reação exotérmica com a dita corrente de escape (303) através do uso do dito primeiro catalisador do tipo slip (SC₁) do dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331), em que o dito calor gerado possibilita a regeneração de

um ou vários componentes, através dos quais a dita corrente de escape (303) passa;

- captura e oxidação (404) de partículas de fuligem na dita corrente de escape (303) através do uso de um filtro de particulado (320), que é disposto a jusante do dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331); e

- controle de abastecimento (405) de um segundo aditivo na dita corrente de escape (303) através do uso de um segundo dispositivo de dosagem (372) disposto a jusante do dito filtro de particulado (320), em que o dito abastecimento (405) do dito segundo aditivo impacta uma redução (406) de óxidos de nitrogênio NO_x na dita corrente de escape (303), através do uso de pelo menos um dentre o dito primeiro e o dito segundo aditivos em um segundo dispositivo catalisador de redução (332), disposto a jusante do dito segundo dispositivo de dosagem (372).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito motor a combustão (301) é controlado para gerar calor para aquecimento do dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331), a tal ponto que o dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331) alcance uma temperatura predeterminada.

3. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, caracterizado pelo fato de que a dita redução por meio do dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331) é controlada para ocorrer em um intervalo de temperatura de redução T_{red} , que, pelo menos em parte, difere de um intervalo de temperatura de oxidação T_{ox} , em que a dita oxidação de compostos de carbono incompletamente oxidados por meio do dito filtro de particulado (320) ocorre; $T_{\text{red}} \neq T_{\text{ox}}$.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o dito abastecimento com pelo menos um dentre o dito primeiro e o dito segundo aditivos, através do uso de um dentre o dito primeiro dispositivo de dosagem (371) e o dito segundo dispositivo de dosagem (372),

respectivamente, é aumentado a um nível em que há um risco de precipitados do dito aditivo surgirem.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o dito abastecimento com pelo menos um dentre o dito primeiro e o dito segundo aditivos, através do uso de um dentre o dito primeiro dispositivo de dosagem (371) e o dito segundo dispositivo de dosagem (372), respectivamente, é reduzido, após o qual os resíduos de pelo menos um dentre o dito primeiro e o dito segundo aditivos são eliminados pelo calor na dita corrente de escape, em que a dita redução do dito abastecimento é executada, se a função catalítica total necessária para um sistema de tratamento de escape (350) que executa o dito método puder ser fornecida após a dita redução.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a dita função catalítica necessária depende das condições de operação atualmente medidas, modeladas e/ou previstas para o dito motor a combustão (301).

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 a 6, caracterizado pelo fato de que a dita redução do dito abastecimento constitui uma interrupção do dito abastecimento.

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o dito impacto sobre a dita redução de óxidos de nitrogênio NO_x para o dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331) é controlado com base em uma ou várias características e/ou condições de operação para o dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331).

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o dito impacto sobre a dita redução de óxidos de nitrogênio NO_x para o dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331) é controlado com base em uma ou várias características e/ou condições de operação para o dito segundo dispositivo catalisador de redução (332).

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o dito impacto sobre o dito segundo dispositivo catalisador de redução (332) é controlado com base em uma ou várias

características e/ou condições de operação para o dito segundo dispositivo catalisador de redução (332).

11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o dito impacto sobre o dito segundo dispositivo catalisador de redução (332) é controlado com base em uma ou várias características e/ou condições de operação para o dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331).

12. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 11, caracterizado pelo fato de que as ditas características para os ditos primeiro (331) e segundo (332) dispositivos de catalisador de redução, respectivamente, são relacionadas a uma ou várias dentre o grupo de:

- características catalíticas para o dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331);
- características catalíticas para o dito segundo dispositivo catalisador de redução (332);
- um tipo de catalisador para o dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331);
- um tipo de catalisador para o dito segundo dispositivo catalisador de redução (332);
- um intervalo de temperatura em que o dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331) está ativo;
- um intervalo de temperatura em que o dito segundo dispositivo catalisador de redução (332) está ativo;
- um grau de cobertura de amônia para o dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331); e
- um grau de cobertura de amônia para o dito segundo dispositivo catalisador de redução (332).

13. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que

- o dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331) executa uma primeira redução de uma primeira quantidade dos ditos óxidos de nitrogênio NO_{x_1} , que alcança o dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331);
- o dito segundo dispositivo catalisador de redução (332) executa uma segunda redução de uma segunda quantidade dos ditos óxidos de nitrogênio NO_{x_2} , que alcança o dito segundo dispositivo catalisador de redução (332); e
- é executada uma adaptação de uma razão $\text{NO}_{2_2}/\text{NO}_{x_2}$ entre uma quantidade de dióxido de nitrogênio NO_{2_2} e a dita segunda quantidade de óxidos de nitrogênio NO_{x_2} , que alcança o dito segundo dispositivo catalisador de redução (332), em que um controle ativo da dita primeira redução da dita primeira quantidade de óxidos de nitrogênio NO_{x_1} é executado com base em um valor para a dita razão $\text{NO}_{2_2}/\text{NO}_{x_2}$.

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o dito valor para dita razão $\text{NO}_{2_2}/\text{NO}_{x_2}$ consiste em um dentre o grupo:

- um valor medido;
- um valor modelado;
- um valor previsto.

15. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de que a dita pelo menos uma reação exotérmica com a dita corrente de escape (303) compreende uma oxidação de combustível, que é usada para fazer o dito motor a combustão (101) funcionar.

16. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, caracterizado pelo fato de que a dita pelo menos uma reação exotérmica com a dita corrente de escape (303) compreende uma ou várias dentre:

- oxidação de hidrocarbonetos HC;
- oxidação de monóxido de nitrogênio NO; e
- oxidação de monóxido de carbono CO.

17. Sistema de tratamento de escape (350) disposto para tratamento de uma corrente de escape (303) que resulta de uma combustão em um motor de combustão (301) compreendendo:

- um primeiro dispositivo de dosagem (371) disposto para abastecer um primeiro aditivo na primeira corrente de escape (303);
- um primeiro dispositivo catalisador de redução (331), disposto a jusante do dito primeiro dispositivo de dosagem (371), e disposto para redução de óxidos de nitrogênio NO_x na dita corrente de escape (303), através do uso do dito primeiro aditivo, em que o dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331) compreende um primeiro catalisador do tipo slip (SC₁) multifuncional, o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC₁) multifuncional incluindo:

- um revestimento de redução de óxidos de nitrogênio NO_x estando em contato direto com a corrente de escape (303) que passa através do sistema de tratamento de escape (350); e

- uma ou várias substâncias compreendidas no grupo de metais de platina, e/ou uma ou várias outras substâncias que fornecem características similares como dos metais do grupo da platina;

caracterizado pelo fato de que o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC₁) multifuncional estando disposto primariamente para executar uma redução de óxidos de nitrogênio NO_x e secundariamente para executar uma oxidação de um resíduo de aditivo na dita corrente de escape (303) e também para a geração de calor através de pelo menos uma reação exotérmica com a dita corrente de escape (303), em que o dito calor gerado possibilita uma regeneração de um ou vários componentes, através dos quais a dita corrente de escape (303) passa;

- um filtro de particulado (320), que é disposto a jusante do dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331) e é disposto para capturar e oxidar partículas de fuligem;

- um segundo dispositivo de dosagem (372), disposto a jusante do dito filtro de particulado (320) e disposto para abastecer um segundo aditivo na dita corrente de escape (303); e
- um segundo dispositivo catalisador de redução (332), disposto a jusante do dito segundo dispositivo de dosagem (372) e disposto para redução de óxidos de nitrogênio NO_x na dita corrente de escape (303) através do uso de pelo menos um dentre o dito primeiro e o dito segundo aditivos.

18. Sistema de tratamento de escape (350), de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que pelo menos um dentre os ditos primeiro e segundo aditivos compreende amônia ou uma substância a partir da qual a amônia pode ser extraída e/ou liberada.

19. Sistema de tratamento de escape (350), de acordo com qualquer uma das reivindicações 17 a 18, caracterizado pelo fato de que o dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331) compreende um dentre o grupo de:

- um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1), integrado a jusante com um primeiro catalisador do tipo slip (SC1), em que o dito primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1) e/ou o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) são dispostos para gerar o dito calor, e em que o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) é disposto para oxidar um resíduo de aditivo e/ou para auxiliar o dito primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1) com uma redução adicional de óxidos de nitrogênio NO_x na dita corrente de escape (303);
- um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1), seguido a jusante por um primeiro catalisador do tipo slip separado (SC1), em que o dito primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1) e/ou o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1), são dispostos para gerar o dito calor e em que o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) é disposto para oxidar um resíduo de aditivo e/ou para auxiliar o dito primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1) com uma redução adicional de óxidos de nitrogênio NO_x na dita corrente de escape (303);

- um primeiro catalisador do tipo slip (SC1), que é disposto para gerar o dito calor e que é disposto primariamente para redução de óxidos de nitrogênio NO_x e secundariamente para oxidação de um resíduo de aditivo na dita corrente de escape (303);
- a primeiro catalisador do tipo slip (SC1), integrada a jusante com um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1), em que o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) é disposto para oxidar aditivo e/ou para auxiliar o dito primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1) com uma redução de óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape (303) e em que o dito primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1) e/ou o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) são dispostos para gerar o dito calor;
- um primeiro catalisador do tipo slip (SC1), seguido a jusante por um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1), em que o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) é disposto para oxidar aditivo e/ou para auxiliar o dito primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1) com uma redução de óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape (303) e em que o dito primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1) e/ou o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) são dispostos para gerar o dito calor;
- um primeiro catalisador do tipo slip (SC1) integrado a jusante com um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1), integrado a jusante com um primeiro catalisador do tipo slip adicional (SC1b), em que o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) e/ou o dito primeiro catalisador do tipo slip adicional SC1b são dispostos para oxidar aditivo e/ou para auxiliar o dito primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1) com uma redução de óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape (303), e em que o dito primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1), o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) e/ou o dito

primeiro catalisador do tipo slip adicional SC1b são dispostos para gerar o dito calor;

- um primeiro catalisador do tipo slip (SC1), seguido a jusante por um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva separado (SCR1), seguido a jusante por um primeiro catalisador do tipo slip adicional separado (SC1b), em que o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) e/ou o dito primeiro catalisador do tipo slip adicional (SC1b) são dispostos para oxidar aditivo e/ou para auxiliar o dito primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1) com uma redução de óxidos de nitrogênio NO_x na corrente de escape (303) e em que o dito primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1), o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) e/ou o dito primeiro catalisador do tipo slip adicional (SC1b) são dispostos para gerar o dito calor;

- um primeiro catalisador do tipo slip (SC1) integrado a jusante com um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1), seguido a jusante por um primeiro catalisador do tipo slip adicional separado (SC1b), em que o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) e/ou o dito primeiro catalisador do tipo slip adicional (SC1b) são primariamente dispostos para redução de óxidos de nitrogênio NO_x e secundariamente para oxidação de aditivo na corrente de escape (303), e em que o dito primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1), o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) e/ou o dito primeiro catalisador do tipo slip adicional (SC1b) são dispostos para gerar o dito calor;

- um primeiro catalisador do tipo slip (SC1), seguido a jusante por um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva separado (SCR1), integrado a jusante com um primeiro catalisador do tipo slip adicional separado (SC1b), em que o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) e/ou o dito primeiro catalisador do tipo slip adicional (SC1b) são primariamente dispostos para redução de óxidos de nitrogênio NO_x e secundariamente para oxidação de aditivo na corrente de escape (303) e

em que o dito primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1), o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) e/ou o dito primeiro catalisador do tipo slip adicional (SC1b) são dispostos para gerar o dito calor;

- um primeiro catalisador do tipo slip (SC1), integrado a jusante com um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1), combinado com um revestimento puramente de oxidação em sua parte de saída no mesmo substrato, em que o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) é disposto primariamente para redução de óxidos de nitrogênio NO_x e secundariamente para oxidação de aditivo na corrente de escape (303), e em que o dito primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1) combinado com um revestimento puramente de oxidação em sua parte de saída no mesmo substrato e/ou o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) são dispostos para gerar o dito calor; e

- um primeiro catalisador do tipo slip (SC1), seguido a jusante por um primeiro catalisador de redução catalítica seletiva separado (SCR1) combinado com um revestimento puramente de oxidação em sua parte de saída no mesmo substrato, em que o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) é disposto primariamente para redução de óxidos de nitrogênio NO_x e secundariamente para oxidação de aditivo na corrente de escape (303) e em que primeiro catalisador de redução catalítica seletiva (SCR1), combinado com um revestimento puramente de oxidação em sua parte de saída no mesmo substrato, e/ou o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC1) são dispostos para gerar o dito calor.

20. Sistema de tratamento de escape (350), de acordo com qualquer uma das reivindicações 17 a 19, caracterizado pelo fato de que a dita pelo menos uma reação exotérmica com a dita corrente de escape (303) compreende uma oxidação de combustível, que é usada para fazer o dito motor a combustão (101) funcionar.

21. Sistema de tratamento de escape (350), de acordo com qualquer uma das reivindicações 17 a 19, caracterizado pelo fato de que

- pelo menos um componente oxidante é disposto entre o dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331) e o dito filtro de particulado (320); e
- a dita pelo menos uma reação exotérmica com a dita corrente de escape (303) ocorre, pelo menos em parte, no dito pelo menos um componente oxidante.

22. Sistema de tratamento de escape (350), de acordo com qualquer uma das reivindicações 17 a 21, caracterizado pelo fato de que a dita pelo menos uma reação exotérmica com a dita corrente de escape (303) compreende uma ou várias dentre:

- uma oxidação de hidrocarbonetos HC;
- uma oxidação de monóxido de nitrogênio NO; e
- uma oxidação de monóxido de carbono CO.

23. Sistema de tratamento de escape (350), de acordo com qualquer uma das reivindicações 17 a 22, caracterizado pelo fato de que o dito segundo dispositivo catalisador de redução (332) compreende um dentre o grupo de:

- um segundo catalisador de redução catalítica seletiva (SCR2);
- um segundo catalisador de redução catalítica seletiva (SCR2), integrado a jusante com um segundo catalisador do tipo slip (SC2), em que o dito segundo catalisador do tipo slip (SC2) é disposto para oxidar um resíduo de aditivo e/ou para auxiliar o dito segundo catalisador de redução catalítica seletiva (SCR2) com uma redução adicional de óxidos de nitrogênio NO_x na dita corrente de escape (303); e
- um segundo catalisador de redução catalítica seletiva (SCR2), seguido a jusante por um segundo catalisador do tipo slip separado (SC2), em que o dito segundo catalisador do tipo slip (SC2) é disposto para oxidar um resíduo de aditivo e/ou para auxiliar o dito segundo catalisador de redução catalítica seletiva (SCR2) com uma redução adicional de óxidos de nitrogênio NO_x na dita corrente de escape (303).

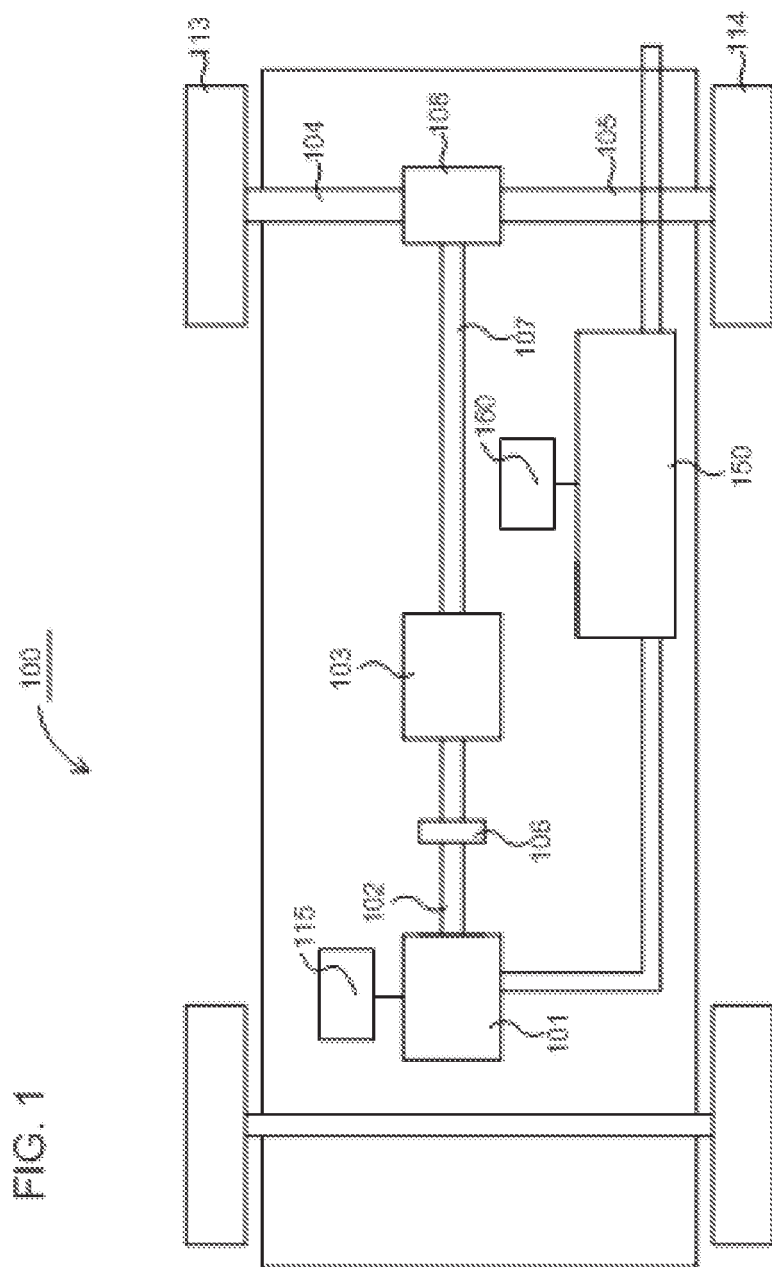
24. Sistema de tratamento de escape (350), de acordo com qualquer uma das reivindicações 17 a 20, caracterizado pelo fato de que o dito filtro de particulado (320) é o primeiro componente de sistema de tratamento de escape, o qual a dita corrente de escape (303) alcança após ter passado o dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331).

25. Sistema de tratamento de escape (350), de acordo com qualquer uma das reivindicações 17-24, caracterizado pelo fato de que o dito revestimento de redução de óxidos de nitrogênio NO_x do dito primeiro catalisador do tipo slip (SC_1) multifuncional inclui Zeólito de Cu ou Zeólito de Fe ou vanádio.

26. Sistema de tratamento de escape (350), de acordo com qualquer uma das reivindicações 17 a 25, caracterizado pelo fato de que o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC_1) multifuncional é ainda disposto para oxidação de hidrocarbonetos HC e/ou monóxido de carbono CO.

27. Sistema de tratamento de escape (350), de acordo com qualquer uma das reivindicações 17 a 26, caracterizado pelo fato de que o dito primeiro catalisador do tipo slip (SC_1) multifuncional é ainda disposto para oxidação de monóxido de nitrogênio NO a dióxido de nitrogênio NO_2 .

28. Sistema de tratamento de escape, de acordo com qualquer uma das reivindicações 17 a 27, caracterizado pelo fato de que o dito primeiro dispositivo catalisador de redução (331) é disposto para a redução dos ditos óxidos de nitrogênio NO_x em um intervalo de temperatura de redução T_{red} , que, pelo menos em parte, difere de um intervalo de temperatura de oxidação T_{ox} , em que o dito filtro de particulado (320) é disposto para oxidação de compostos de carbono incompletamente oxidados; $T_{\text{red}} \neq T_{\text{ox}}$.



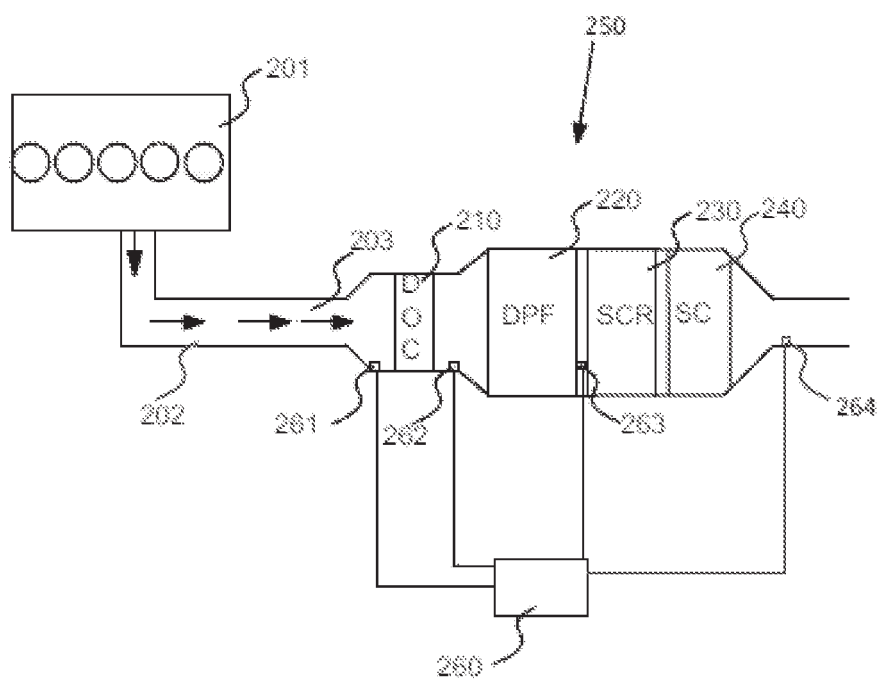


FIG. 2

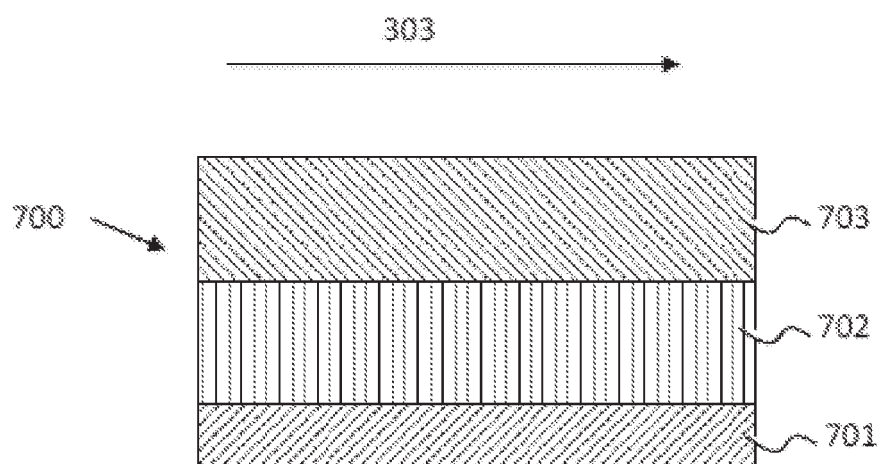


FIG. 7

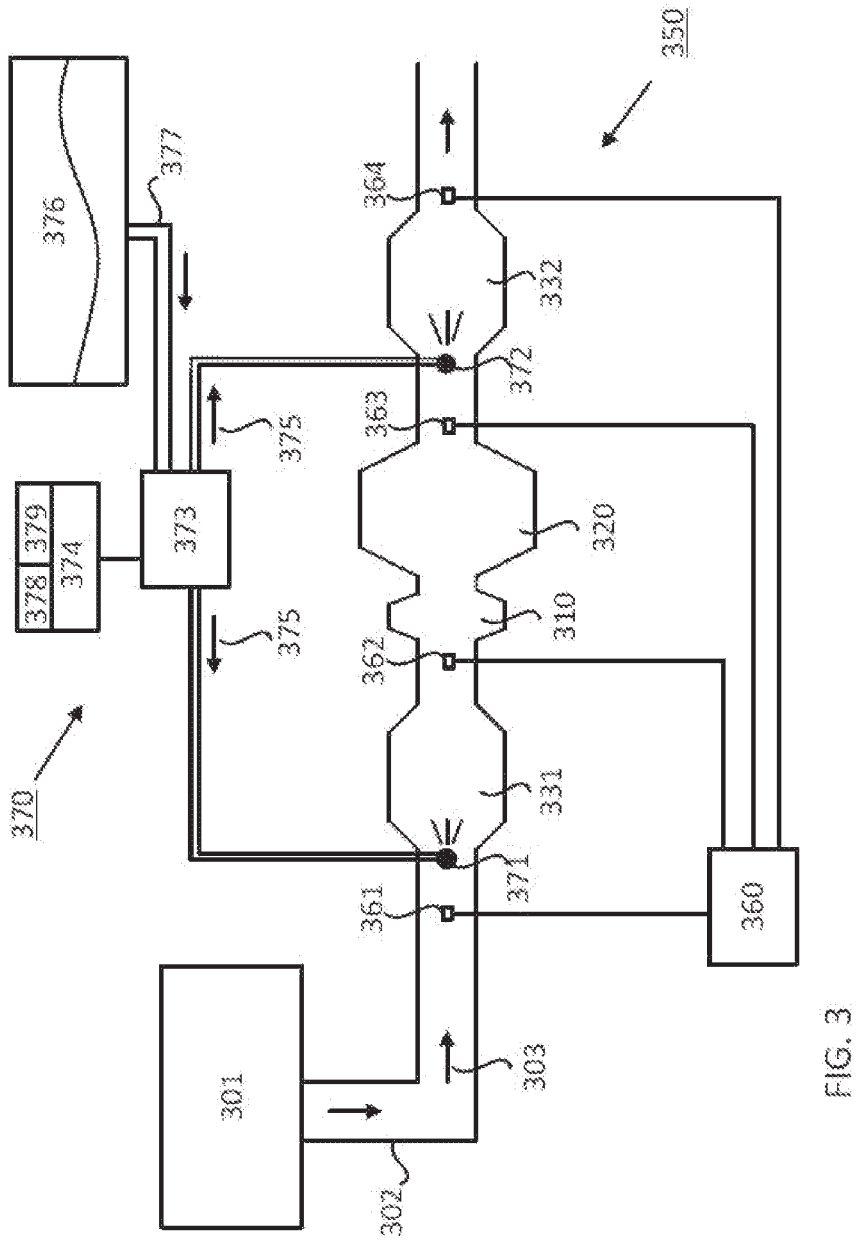


FIG. 3

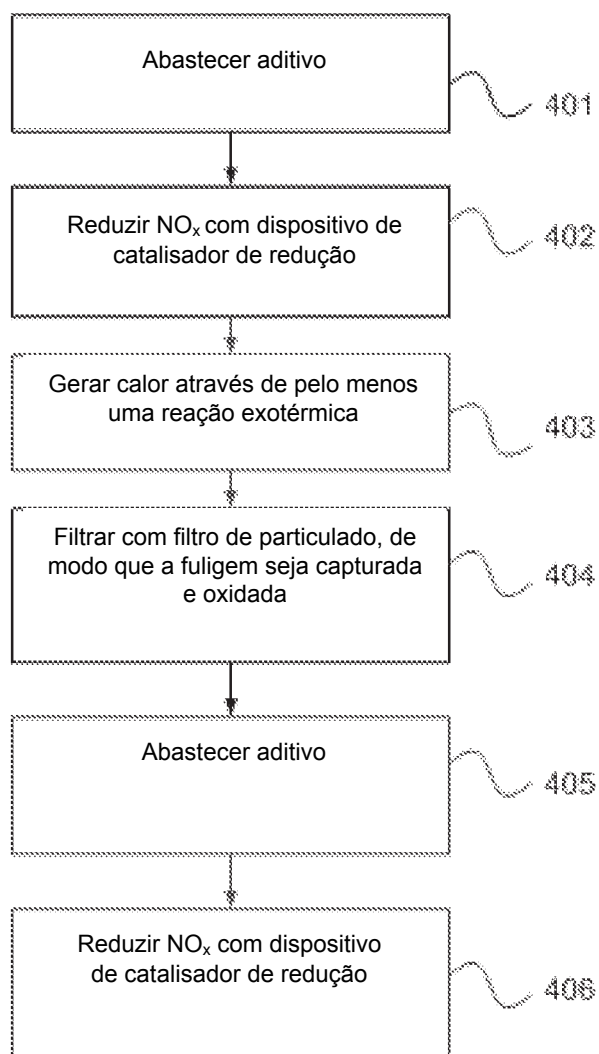


FIG. 4

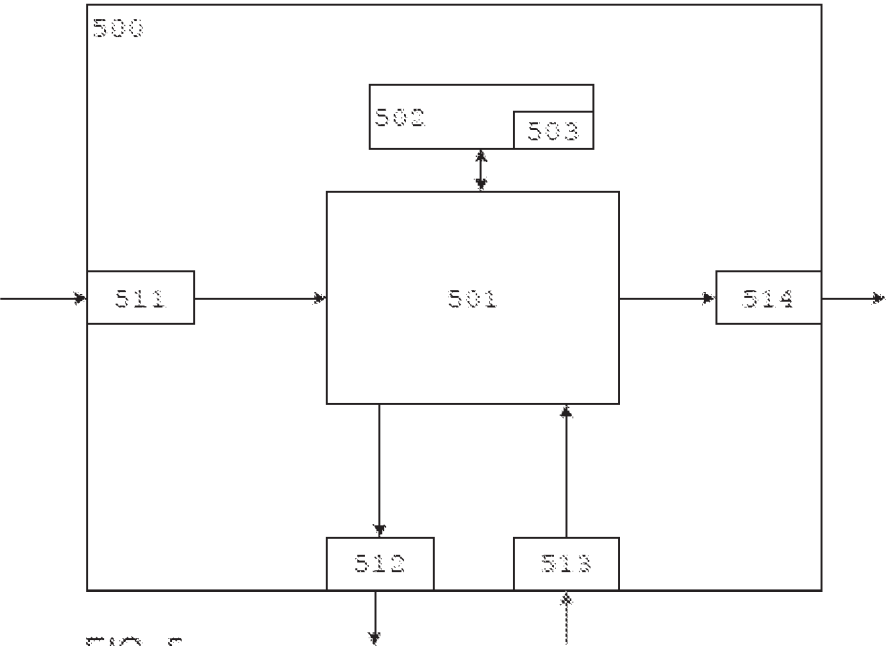


FIG. 5

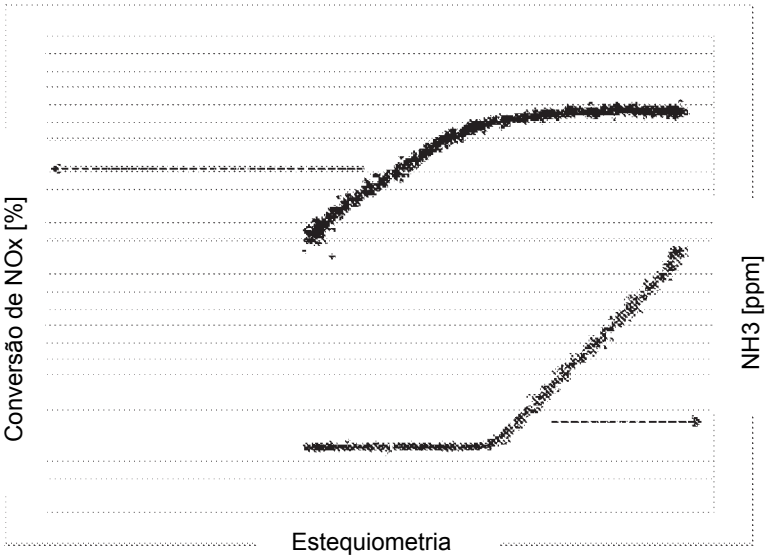


FIG. 6