



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

(21) **PI1000809-8 A2**



\* B R P I 1 0 0 0 8 0 9 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 05/03/2010  
(43) Data da Publicação: 22/03/2011  
(RPI 2098)

(51) *Int.Cl.:*  
F01N 9/00  
F01N 3/20  
F02D 41/24

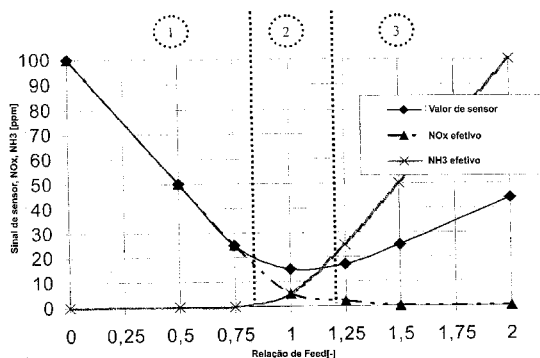
(54) Título: **MÉTODO PARA DOSAR UM AGENTE DE REDUÇÃO LIBERADOR DE AMONÍACO EM UM FLUXO DE GÁS DE ESCAPE**

(30) Prioridade Unionista: 06/03/2009 DE 102009012092.0

(73) Titular(es): MAN NUTZFAHRZEUGE AG

(72) Inventor(es): ANDREAS DÖRING, FLORIAN WALDE

(57) **Resumo:** METODO PARA DOSAR UM AGENTE DE REDUÇÃO LIBERADOR DE AMONÍACO EM UM FLUXO DE GAS DE ESCAPE. Método para o uso em conexão com uma instalação de tratamento posterior de gás de escape para a dosagem de um agente de redução liberador de amoníaco no fluxo de gás de escape de um motor de combustão interna instalado em um automóvel, operado com excesso de ar, sendo que um aparelho de comando dosa em função de um modelo armazenado, a quantidade de agente de redução e durante a operação do motor de combustão interna, a quantidade dosada varia de modo definido em determinadas fases de operação e compara a alteração do valor medido de pelo menos um sensor NOx disposto a jusante do catalisador SCR com um valor esperado, que o aparelho de comando apura a partir do parâmetro da variação. A partir do grau de conformidade entre o valor esperado e o valor real apurado por meio do sensor de NOx é deduzida a presença de NOx e/ou NH3. A variação da quantidade dosada é continuada até ou a concentração nominal de NOx ou a conversão nominal de NOx dela apurada serem atingidas ou pelo desvio do valor real em relação ao valor esperado ser deduzida a presença de NH3, ou o valor real, e consequentemente, a soma de NOx e NH3, atingir um mínimo ou um valor pré-determinável. A partir da quantidade dosada antes da variação da quantidade dosada e da quantidade dosada ao atingir a concentração nominal de NOx ou a conversão nominal de NOx apurada a partir dela ou verificação da presença de NH3 ou ao atingir um mínimo ou valor pré-determinável do valor real, é apurado pelo menos um valor de correção e este é armazenado em uma memória do aparelho de comando. A quantidade dosada é ajustada então por meio do valor de correção para processos de dosagem subsequentes.





PI1000809-8

"MÉTODO PARA DOSAR UM AGENTE DE REDUÇÃO LIBERADOR DE AMONÍACO EM UM FLUXO DE GÁS DE ESCAPE".

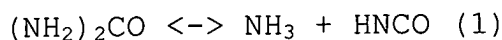
A presente invenção refere-se a um método, de acordo com o conceito geral da reivindicação 1.

5 Além das partículas de matéria sólida óxidos nítricos pertencem aos componentes de gás de escape limitados, que surgem durante processos de combustão e cujas emissões permitidas estão sendo cada vez mais reduzidas. Para minimizar esses componentes de gás de escape em motores  
10 de combustão interna operados em automóveis são utilizados atualmente diferentes métodos. A redução dos óxidos nítricos ocorre na maioria das vezes com auxílio de catalisadores. Em gás de escape ricos em oxigênio é adicionalmente necessário um agente de redução, para  
15 elevar a seletividade e as conversões de NOx.

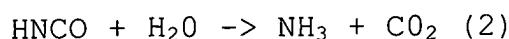
Esses métodos se tornaram conhecidos pelo conceito coletivo método SCR, sendo que SCR representa „redução catalítica seletiva ". Seu uso é feito há muitos anos na área de usina elétrica e mais recentemente também em  
20 motores de combustão interna. Uma ilustração detalhada de tais métodos consta da patente DE 34 28 232 AI. Podm ser empregados como catalisadores SCR óxidos mistos com teor de  $V_2O_5$ , por exemplo na forma de  $V_2O_5/WO_3/TiO_2$ . Porcentagens típicas de  $V_2O_5$  situam-se neste caso entre  
25 0,2-3%. Também o uso de zeólitas contendo ferro e/ou cobre é viável.

Como agentes de redução, podem ser empregados na prática amoníaco ou compostos liberadores de amoníaco tais como uréia ou formiato de amônia, na forma sólida ou em  
30 solução.

Assim, a uréia se decompõe a elevadas temperaturas formando ácido isociânico e amoníaco.

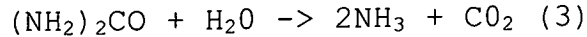


O ácido isociânico hidrolisa com água presente no gás de escape formando ainda  $NH_3$  e  $CO_2$ .



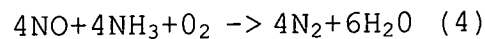
No caso da hidrólise completa de um mol de uréia surgem

portanto dois moles de amoníaco e um mol de dióxido de carbono.



Assim, temos disponível através da hidrólise de uréia o mesmo agente de redução comprovado tal como na área de usina elétrica, a saber, amoníaco.

Para a conversão de um mol de monóxido de nitrogênio é necessário, neste caso, um mol de amoníaco.



10 A relação entre  $\text{NH}_3$  e  $\text{NO}_x$  é chamada de relação Feed  $\alpha$ .

$$\alpha = \text{NH}_3 / \text{NO}_x \quad (5)$$

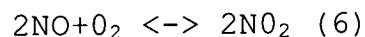
No caso de um catalisador ideal isso significa que em uma relação Feed de um todos óxidos nítricos são reduzidos, ou seja, obtém-se uma conversão de  $\text{NO}_x$  a 100%, já que para a conversão de  $\text{NO}_x$   $X_{\text{NO}_x}$  se aplica:

$$X_{\text{NO}_x} = \frac{c_{\text{NO}_x,0} - c_{\text{NO}_x}}{c_{\text{NO}_x,0}}$$

com:  $c_{\text{NO}_x,0}$  : emissões brutas de  $\text{NO}_x$  [ppm]

$c_{\text{NO}_x}$  : emissões brutas de  $\text{NO}_x$  após catalisador [ppm]

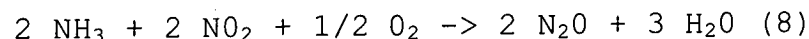
Se estiver conectado a montante dos catalisadores SCR, um catalisador de oxidação NO contendo platina para a formação de  $\text{NO}_2$



Então a conversão SCR será bastante acelerada e a atividade sob baixa temperatura será bastante aumentada.

25  $\text{NO} + 2\text{NH}_3 + \text{NO}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \quad (7)$

Naturalmente, pode-se contar na presença de  $\text{NO}_2$  também com emissões de gás hilariante de acordo com a seguinte conversão:



30 No caso de motores de combustão interna operados em automóveis a redução de óxido nítrico se torna difícil com auxílio do método SCR, pois estão presentes ali condições de operação alternantes, tais como temperaturas de gás de escape oscilantes, quantidades de

gás de escape e emissões brutas de  $\text{NO}_x$ , o que dificulta a medição quantitativa do agente de redução. Por um lado, na verdade, deve-se atingir uma conversão o mais elevada possível de óxidos nítricos, por outro, deve-se observar  
5 atentamente que não ocorra a emissão de gás hilariante, ácido isociânico ou amoníaco não consumido.

Atualmente, no caso da adição por dosagem do agente de redução para o método SCR em automóveis, são empregados dois métodos para a determinação da quantidade dosada de  
10 agente de redução correta.

Por um lado, isso é um controle sem resposta de sensores para a determinação das emissões efetivas atrás do sistema de catalisador. A quantidade dosada Die Dosiermenge é determinada neste caso com auxílio de  
15 modelos, a partir de dados, que são armazenados em uma memória de um aparelho eletrônico de controle do motor de combustão interna na forma de tabelas ou curvas, campos característicos ou funções e/ou registrados, e opcionalmente com auxílio de sensores para a determinação  
20 da temperatura de catalisador, que determina quantidade de  $\text{NO}_x$  e de gás de escape. Assim, por exemplo, a emissão bruta do motor é calculada a partir da quantidade de injeção, número de rotações do motor, da pressão de injeção, da relação combustível/ar etc. As conversões  
25 possíveis de  $\text{NO}_x$  e as quantidades dosadas necessárias para tanto de agente de redução dependem da temperatura de catalisador, da emissão bruta de  $\text{NO}_x$ , da quantidade de gás de escape etc. As emissões efetivas atrás do sistema não são detectadas e portanto não apresentam influência  
30 sobre a quantidade dosada (DE 43 15 278 AI, DE 195 36 571 AI, DE 199 06 344 AI, EP 898 061 AI).

A desvantagem desses métodos reside no fato de praticamente não ser possível uma comparação devido à falta de resposta sobre as emissões efetivas, erros,  
35 defeitos ou interferências no meio ambiente.

A segunda possibilidade reside em estabelecer um sistema de regras fechado clássico com auxílio de sensores  $\text{NO}_x$

atrás do sistema. Neste caso, os valores reais fornecidos atualmente pelos sensores são comparados com os valores nominais e ajustada continuamente.

Naturalmente, existe o problema da regulagem permanente  
5 na inércia do sistema e dos sensores assim como da operação ao mesmo tempo altamente dinâmica do motor de combustão interna em automóveis. Assim, por exemplo, durante processos de aceleração ou intercalações de carga em motores de combustão interna carregados com gás des  
10 escape aumentam dentro de um segundo as emissões de Nox em o fator 10. No caso de motores de aspiração o aumento é feito ainda mais rapidamente com base na falta de inérciado turbocarregador de gás de escape. O mesmo se aplica no caso de rejeição de carga e na passagem para a  
15 operação de arranque.

Os sensores para a determinação das emissões não estão em condições, de detectar esses processos altamente dinâmicos. Por um lado, isso reside na inércia típica dos sensores, cujo tempo típico  $t_{90}$ , portanto o tempo, no  
20 qual 90% do valor final é alcançado, deve ser introduzido em 300-500ms, por outro reside no posicionamento necessário dos sensores atrás do sistema de catalisadores. Assim, somente o tempo de execução de gás desde a saída do cabeçote cilíndrico, até chegar na  
25 saída do sistema de catalisadores cada conforme fluxo volumétrico de gás de escape e volume da instalação de gás de escape, é de 200-2000ms.

Uma possibilidade de solucionar esse problema parcialmente, consiste em adicionar por um período mais  
30 longo as emissões nominais e as emissões reais e intergrá-las, e ajustar a quantidade dosada cada conforme a diferença entre nominal e real (DE 101 00 420 AI).

Os sensores de  $\text{NO}_x$  necessários para a regulagem são  
35 descritos na patente JP 63038154 A, JP 10062374 A e JP 9288084 A. É comum a esses sensores, que eles apresentem uma alta sensibilidade transversal em relação a

componentes de gás de escape redutores. Isso é especialmente problemático no caso do uso de tais sensores em sistemas SCR, já que neste caso elevadas quantidades do forte agente de redução amoníaco podem estar presentes no gás de escape. Como o amoníaco fornece um sinal semelhantemente elevado do  $\text{NO}_x$ , não é possível, fazer uma diferenciação entre  $\text{NO}_x$  e  $\text{NH}_3$ , ou seja, elevados sinais de sensor podem corresponder a elevadas concentrações de  $\text{NO}_x$  e/ou  $\text{NH}_3$ . Se sair a jusante do catalisador SCR, amoníaco não consumido, não será mais possível por isso, regular até uma determinada concentração de  $\text{NO}_x$  a jusante do catalisador SCR.

Partindo desse fato, é tarefa da presente invenção, evitar as desvantagens descritas do estado da técnica. Essa tarefa é solucionada, de acordo com a parte caracterizante da reivindicação 1.

O método, de acordo com a invenção, é utilizado em conexão com uma instalação de tratamento posterior de gás de escape para a dosagem de um agente de redução liberador de amoníaco no fluxo de gás de escape de um motor de combustão interna instalado em um automóvel, operado com excesso de ar. Conforme é comum acontecer em tais arranjos, a dosagem do agente de redução é feita com auxílio de um dispositivo dosador atribuído à instalação de tratamento posterior de gás de escape, controlada por um aparelho de comando. Para a redução de óxido nítrico, pelo menos um catalisador SCR fica alojado a jusante do dispositivo dosador no fluxo de gás de escape, como outra peça da instalação de tratamento posterior de gás de escape.

A quantidade dosada do agente de redução - no caso de instalações atualmente convencionais trata-se na maioria das vezes de solução de uréia aquosa, porém também são possíveis outros agentes de redução (amoníaco ou compostos liberadores de amoníaco, tais como uréia ou formiato de amônio na forma sólido ou em solução) - é realizada pelo aparelho de comando com auxílio de um

modelo que abrange todos os possíveis pontos de operação do motor de combustão interna ou da instalação de tratamento posterior de gás de escape, neste armazenados. Enetende-se por Modelo, no caso mais simples, uma linha

5 característica ou um campo de linhas características, porém, pode se tratar também de uma multiplicidade de linhas características, campos de linhas características ou também de funções monoparamétricas ou multi-

10 paramétricas, que são apuradas ou estipuladas com auxílio de um arranjo de referência e/ou considerações teóricas. No caso do arranjo de referência trata-se no presente caso de um arranjo típico para uma série construtiva composto de motor de combustão interna e sistema de

15 tratamento posterior de gás de escape que já pode ser instalado em um automóvel. Através de medições no arranjo de referência e/ou através de considerações teóricas, é determinada uma quantidade dosada do agente de redução para uma multiplicidade de pontos de operação do arrano, por um lado, e por outro, apurada uma emissão teórica

20 para esses pontos de operação . Cada ponto de operação é definido pelo valor d epelo menos um parâmetro de operação do arranjo de referência. As quantidades dosadas apuradas são apresentadas na forma de um modelo nos aparelhos de comando da série correspondente, de tal

25 forma que ele possa aceitar pelo menos um parâmetro operacional, portanto, para todos os pontos de operação que ocorrerem, pode ser obtido um parâmetro proporcional à quantidade medida diretamente ou através de interpolação por meio do aparelho de comando.

30 A partir desse modelo, portanto das linhas características, campos de linhas características ou funções, o aparelho de comando apura a quantidade dosada em função de pelo menos um parâmetro de operação do motor de combustão interna e/ou da instalação de

35 tratamento posterior de gás de escape, analisado pelo aparelho de comando. O valor momentâneo respectivo de pelo menos um parâmetro de operação detemrina, neste

caso, o ponto de operação respectivo do motor de combustão interna e/ou da instalação de tratamento posterior de gás de escape. Na prática, muitas vezes não se trata apenas de um parâmetro operacional, mas sim de

5 uma multiplicidade de parâmetros de operação, que possuem influência sobre a quantidade dosada correta do agente de redução, conseqüentemente, devendo-se considerar essa múltipla dependência no modelo.

Após essa múltipla dependência porém não ser constante, mas se submeter principalmente a uma alteração temporal, portanto condicionada pela quantidade das horas de operação de uma instalação, assim como a uma alteração condicionada pelas condições externas do meio ambiente, a quantidade dosada apurada sobre o modelo deve ser

15 submetida à correção.

O cerne da invenção reside em apurar ou adicionar controladamente a quantidade dosada do agente de redução pelo modelo, portanto dados armazenados em um aparelho de comando, na forma de tabelas e/ou curvas e/ou campos

20 característicos e/ou funções com auxílio de parâmetros detectados por meio de sensores tais como por exemplo temperatura de catalisador, quantidade de gás de escape etc, mas também, alterá-la de forma definida em determinadas fases de operação, partindo da quantidade

25 dosada adicionada controladamente, que representa o valor de partida e apurar a conversão do catalisador SCR com ajuda de um sensor de  $\text{NO}_x$  colocado a jusante deste e comparar com uma conversão teoricamente esperada, apurada no aparelho de comando que deveria resultar da

30 alteração. O grau da conformidade da conversão apurada com a conversão esperada ou, em outras palavras, o tipo do desvio da conversão apurada em relação à conversão esperada indica se o catalisador SCR é operado na faixa ideal ou se a concentração de  $\text{NO}_x$  ou da concentração de

35  $\text{NH}_3$  para o respectivo ponto de operação é muito alta.

A partir da alteração do sinal do sensor, também pode-se deduzir a presença de  $\text{NO}_x$  e/ou  $\text{NH}_3$ , sendo que no caso

mais simples, devem ser diferenciadas três faixas:

1. Um aumento da quantidade dosada provoca uma redução do sinal do sensor:

5 Isso significa que a quantidade de agente de redução adicionalmente conduzida, provocou a redução dos óxidos nítricos, ou seja, o sensor de  $\text{NO}_x$  detecta  $\text{NO}_x$ .

2. Um aumento da quantidade dosada não produz alteração ou produz somente uma pequena alteração do sinal do sensor:

10 O ponto de operação ideal do sistema SCR é obtido, ou seja,  $\text{Nox}$  e  $\text{NH}_3$  são mínimos.

3. Um aumento da quantidade dosada produz um aumento do sinal do sensor:

15 O sistema SCR é „atropelado“, a quantidade de agente de redução adicionalmente colocada produz um aumento das emissões de  $\text{NH}_3$ , ou seja, o sensor de  $\text{NO}_x$  detecta sobretudo  $\text{NH}_3$ .

A partir do parâmetro da alteração da quantidade dosada colocada pode-se calcular através das equações de conversão acima relacionadas, (1) a (7), o valor teoricamente esperado da alteração do sinal do sensor por meio do aparelho de comando. Através do tipo anteriormente descrito da alteração do sinal de sensor, o aparelho de comando pode apurar se na etapa seguinte a quantidade dosada precisa ser aumentada ou reduzida ou se a ação ideal do catalisador SCR ou a quantidade ou concentração desejada de  $\text{Nox}$  foi atingida.

25 No caso do parâmetro consultado para a avaliação da alteração pode se tratar de uma alteração da concentração de  $\text{NO}_x$ , portanto do valor medido do sensor de  $\text{Nox}$  disposto a jusante do catalisador SCR, mas também o uso de um parâmetro dele resultante, como por exemplo da conversão  $\text{NO}_x$ , pode minimizar erros na apuração da conversão de  $\text{NO}_x$ , se oferece para determinar a emissão bruta de  $\text{NO}_x$  com auxílio de um sensor de  $\text{NO}_x$  antes do catalisador SCR. Por motivos de custos a emissão bruta de  $\text{NO}_x$  também pode ser apurada através de modelos adequados.

A alteração da quantidade dosada é continuada até que a comparação da alteração esperada com a alteração determinada por instrumento de medição aponte que a emissão nominal de  $\text{NO}_x$  e/ou do ponto de operação ideal do catalisador SCR tenha sido atingida. Neste ponto de operação ideal tanto as porcentagens de gás de escape  $\text{NO}_x$  como também as porcentagens de gás de escape  $\text{NH}_3$  possuem um nível mínimo. Para apurar um valor de correção valor atingido da quantidade dosada é então comparado com o valor de partida da quantidade dosada e daí obtido um valor de correção. Com este valor de correção a quantidade dosada é ajustada. A quantidade dosada, pode ser, portanto, ajustada com auxílio do método, de acordo com a invenção, de modo simples e portanto vantajoso, a alterações do sistema, condicionadas ao tempo e ao meio ambiente, composto de motor de combustão interna e de instalação de tratamento posterior de gás de escape.

No caso da determinação do valor de correção é vantajoso, apurar adicionalmente o valor de pelo menos um parâmetro operacional, com o qual a instalação composta de motor de combustão interna e de arranjo de tratamento posterior de gás de escape é atualmente operada, e armazenar no aparelho de comando o valor de correção associado ao valor de pelo menos um parâmetro operacional. Isso abre vantajosamente a possibilidade de empregar a correção da quantidade dosada em um momento posterior em função do parâmetro operacional. Para tanto, é consultada em função do atual valor de pelo menos um parâmetro de operação respectivo, a quantidade dosada respectiva, apresentada em uma memória do aparelho de comando por meio do modelo e o valor de correção respectivo, referente ao parâmetro operacional, armazenado na memória do aparelho de comando para a apuração da quantidade dosada correta através do aparelho de comando.

No caso dos parâmetros de operação, associados a eles os valores de correção que ficam armazenados na memória do aparelho de comando, pode ser vantajoso se tratar da

temperatura do agente refrigerante e/ou da temperatura de  
óleo e/ou da temperatura de combustível e/ou da pressão d  
e injeção do combustível e/ou da temperatura do ar de  
aspiração e/ou da temperatura do ar de admissão e/ou do  
5 número de rotações do turbocarregador e/ou da pressão de  
admissão e/ou da massa de ar e/ou da massa de gás de  
escape e/ou da velocidade de marcha e/ou do número de  
rotações do motor e/ou da quantidade de injeção de  
combustível e/ou das temperaturas de gás de escape e/ou  
10 da temperatura de catalisador e/ou da quantidade de  
injeção de agente de redução e/ou da taxa de retorno de  
gás de escape e/ou do fluxo de massa de gás de escape  
e/ou da pressão de agente de redução e/ou das horas de  
serviço e/ou da umidade do ar e/ou da pressão atmosférica  
15 e/ou da emissão bruta de  $\text{NO}_x$ .

Podem ser determinados e depositados diferentes valores  
de correção para diferentes parâmetros de operação e/ou  
para diferentes valores dos parâmetros de operação .

Uma correção referente a parâmetros de operação , por um  
20 lado, impõe a condição de que o valor de parâmetro  
operacional, durante o processo de apuração do valor de  
correção deve ser estacionário, de que portanto deve  
estar presente um estado de operação estacionário do  
arranjo composto de motor de combustão interna e de  
25 instalação de tratamento posterior de gás de escape. Por  
outro lado, deve ser apurada uma grande quantidade de  
valores de correção.

A totalidade dos valores de correção pode, neste caso,  
ser armazenada o aparelho de comando, na forma de linhas  
30 características, campos de linhas características ou  
funções de correção mono- ou multi-paramétricas, ou seja,  
analogamente às quantidades dosadas apresentadas no  
modelo. Para reduzir vantajosamente a quantidade dos  
valores de correção a serem apurados e a serem  
35 armazenados, existe a possibilidade, de apurar  
matematicamente valores de correção a partir valores de  
correção armazenados para valores de parâmetro de

operação próximos, através da interpolação, para valores de parâmetro de operação ali neste ínterim.

Para compensar vantajosamente a inércia, especialmente do sensor de NO<sub>x</sub>, valores de sensor reais necessários à  
5 apuração da conversão do catalisador SCR ou parâmetros deles resultantes, como por exemplo conversões reais de NO<sub>x</sub>, podem ser adicionados ou integrados por um período determinável.

Além disso, existe a possibilidade de distribuir os  
10 parâmetros de operação em um processo precedente respectivamente e, faixas de valor ou classes e apurar durante a operação valores de correção, em função da classe e empregar para todos os valores de parâmetro de operação dentro da respectiva classe. Neste caso, através  
15 da seleção das faixas de valores, dentro da qual pelo menos um parâmetro de operação pode se mover, o erro, que resulta dessa forma de classes, pode ser mantido em uma grandeza desprezível. Em outras palavras: o estabelecimento das faixas de valores é feito de tal  
20 forma que o parâmetro de operação pode ser considerado dentro da faixa de classes, ou seja, da classe, como quase estacionário. Desse modo, por um lado, a quantidade de valores de correção necessários pode ser drástica e conseqüentemente vantajosamente reduzida, por outro,  
25 valores de correção podem ser apurados vantajosamente bem mais frequentemente, pois os parâmetros de operação durante a apuração dos valores de correção podem variar dentro das faixas de valores ou classes.

Cada parâmetro de operação consultado como sendo  
30 relevante á correção apresneta, neste caso, pelo menos duas faixas de valores ou classes. As faixas de valores neste caso, conforme já citado, são selecionadas de tal forma que o erro condicionado pela variação do valor de parâmetro de operação é desprezível no caso da apuração  
35 do valor de correção.

Se o ponto de operação atual da instalação, durante a apuração de um valor de correção, deixar uma classe de

parâmetro operacional, irá resultar dois controles de processo alternativos: por um lado o processo será interrompido neste ponto e o resultado até então obtido será provisoriamente armazenado. Se o atual ponto de  
5 operação da instalação retornar a essa classe de parâmetro operacional, a apuração do valor de correção será continuada. O processo pode se repetir até que o valor de correção seja apurado. Especialmente a adição ou  
10 integração do valor do sensor real e/ou da conversão real de NOx é interrompida o valor até então obtido pode ser provisoriamente armazenado, para incorporar a adição ou integração quando do retorno do atual ponto de operação da instalação à classe de parâmetro de operação correspondente.

15 Por outro lado, existe a possibilidade, quando o ponto de operação atual da instalação deixa uma classe de parâmetro operacional, enquanto um valor de correção é apurado, de interromper o processo de apuração e desprezar os resultados até então obtidos. Especialmente  
20 a adição ou integração do valor real de sensor e/ou da conversão real de Nox pode ser interrompida e a soma até então apurada desprezada.

Ambas as alternativas apresentam vantagens e desvantagens. No primeiro caso, pelo menos teoricamente,  
25 podem passar dias ou até mesmo semanas até que seja concluída uma apuração de valor de correção, sendo que poderiam interferir fatores temporais ou condições externas do meio ambiente e o resultado medido ser adulterado. É possível determiná-lo limitando-se em  
30 termos de tempo a validade de valores armazenados provisoriamente. No caso do controle de processo com armazenamento provisório, é vantajoso que a frequência, na qual estão disponíveis valores atuais de correção, seja bastante aumentada. No segundo caso, é assegurado que uma  
35 apuração de valor de correção será feita em uma tirada, ou seja, entre o início e fim do processo se encontram apenas segundos. Em intervalos curtos assim não tem

importância fatores temporais ou condições externas do meio ambiente, eles portanto não interferem na apuração do valor de correção. Por outro lado, porém, a frequência na qual estão disponíveis valores de correção, é bastante  
5 reduzida.

No caso dos parâmetros de operação para a apuração de um estado de operação quase estacionário ou referente à classe pode se tratar vantajosamente da temperatura de água de refrigeração e/ou da temperatura de óleo e/ou da  
10 temperatura de combustível e/ou da pressão de injeção de combustível e/ou da temperatura do ar de aspiração e/ou da temperatura do ar de admissão e/ou do número de rotações do turbocarregador e/ou da pressão de admissão e/ou da velocidade de marcha e/ou do número de rotações  
15 do motor e/ou da quantidade de injeção de combustível e/ou das temperaturas de gás de escape e/ou da temperatura de catalisador e/ou da quantidade de agente de redução e/ou da taxa de retorno de gás de escape e/ou da pressão do agente de redução e/ou das emissões e/ou da  
20 relação de combustível/ar e/ou ser consultada a alteração temporal desses parâmetros.

A seguir, a invenção é mais detalhadamente esclarecida com auxílio de exemplos de concretização em conexão com o desenho, onde:

25 A figura 1 mostra um primeiro gráfico para a elucidação do sinal de sensor em função da relação de Feed;

A figura 2 mostra um fludiagrama, que esclarece analogamente ao gráfico da figura 1, o procedimento;

A figura 3 mostra um segundo gráfico para a elucidação do  
30 sinal de sensor em função da relação de Feed;

A figura 4 mostra um fluxograma que esclarece analogamente ao gráfico na figura 3, o procedimento; e

A figura 5 mostra um gráfico de uma trajetória temporal a título de exemplo para a apuração de um valor de correção  
35 para a quantidade dosada do agente de redução.

Para as execuções seguintes parte-se de uma instalação de tratamento posterior de gás de escape para a dosagem de

um agente de redução liberador de amoníaco no fluxo de gás de escape de, por exemplo, um motor de combustão interna instalado em um automóvel, operado com excesso de ar. Também, supõe-se que o sensor disposto a jusante do catalisador SCR na instalação de tratamento posterior de gás de escape detecta a quantidade de  $\text{NO}_x$  presente no gás de escape, porém também apresenta uma sensibilidade para  $\text{NH}_3$ .

O gráfico, de acordo com a figura 1, ilustra o sinal de sensor em função da relação de Feed, ou seja, da relação entre  $\text{NH}_3$  e  $\text{NO}_x$ . Como para a redução de um mol de  $\text{NO}_x$  é necessário um mol de  $\text{NH}_3$ , no caso ideal um aumento da quantidade de  $\text{NH}_3$  produziria uma diminuição uniforme das emissões de  $\text{NO}_x$ . Esse comportamento pode ser identificado na faixa 1 da figura 1. O valor esperado resultante da alteração da relação de Feed, isto é, da alteração da quantidade de agente de redução, e o sinal de sensor são praticamente idênticos. Se o valor de sensor, em contrapartida, fica acima do valor esperado, conforme nas faixas 2 e 3, então, além do  $\text{NO}_x$  ou até mesmo unicamente estará presente  $\text{NH}_3$ . O escape de amoníaco pode também ocorrer bem abaixo do ponto ideal de serviço.

Em uma redução do grau de eficácia do sistema, que se expressaria através desse aumento do sinal de sensor, o método, de acordo com a invenção, reagiria com uma alteração da quantidade de agente de redução colocada. Neste caso, quatro faixas devem ser diferenciadas, conforme mostrado no gráfico na figura 3.

1. Um aumento da quantidade dosada produz uma diminuição do sinal de sensor:

Isso significa que a quantidade de agente de redução adicionalmente colocada provocou a redução dos óxidos nítricos, ou seja, o sensor de  $\text{NO}_x$  detecta exclusivamente  $\text{NO}_x$ . Portanto, a quantidade dosada pode ser ainda mais aumentada para obtenção de uma conversão desejada ou de de uma emissão de  $\text{NO}_x$  desejada, isto é, o valor de correção pode ser aumentado.

2. Um aumento da quantidade dosada produz uma diminuição do sinal de sensor, este porém não corresponde à redução esperada:

Adicionalmente à emissão de  $\text{NO}_x$  é medida também uma  
 5 porcentagem de  $\text{NH}_3$ , o que acarreta um nivelamento do aumento. A passagem da faixa 1 para a faixa 2 também pode ser chamada de ponto de operação ideal, isto é, o valor de correção não deve ser alterado.

3. Um aumento da quantidade dosada não provoca alteração  
 10 do sinal de sensor, já que a diminuição de  $\text{NO}_x$  é compensada pela emissão de  $\text{NH}_3$ :

O ponto de operação ideal é ultrapassado, a quantidade dosada e, portanto o valor de correção precisam ser reduzidos.

15 4. Um aumento da quantidade dosada produz um aumento do sinal de sensor:

O sistema SCR é „atropelado”, a quantidade de agente de redução adicionalmente colocada produz um aumento das emissões de  $\text{NH}_3$ , ou seja, o sensor de  $\text{NO}_x$  detecta  
 20 sobretudo  $\text{NH}_3$ . A quantidade dosada e, portanto, o valor de correção precisam ser reduzidos.

Depois de ter sido apurado se, no caso do sinal de sensor, se trata de  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_x + \text{NH}_3$  ou apenas de  $\text{NH}_3$ , isot  
 é, em qual faixa da curva de conversão o catalisador  
 25 opera, a quantidade dosada pode ser ajustada através de pelo menos um valor de correção de tal forma que resulte uma conversão nominal ou uma emissão nominal de  $\text{NO}_x$  ou uma conversão ideal de  $\text{NO}_x$ . Esse valor de correção é armazenado em uma memória de um aparelho eletrônico de  
 30 comando e serve para processos de dosagem subsequentes da correção und dient für nachfolgende Dosiervorgänge der Korrektur dos valores de comando preliminar fornecidos a partir dos modelos para a quantidade dosada. A quantidade efetivamente colocada *Magente de redução* no  
 35 momento  $t$  resulta portanto de um dos modelos, na forma de dados armazenados, tais como curvas, campos característicos, tabelas ou funções, quantidade dosada

apurada  $m_{\text{agente de redução/modelo}}$  e pelo menos de um valor de correção  $K$ , que foi apurado em um momento anterior ( $t'$ ). Em geral, pode-se escrever:

$$m_{\text{agente de redução}}(t) = K(t') m_{\text{agente de redução/modelo}}$$

- 5 sendo que  $t$  descreve o tempo atual,  $t'$  um tempo no passado e  $m_{\text{agente de redução/modelo}}$  a quantidade de agente de redução a partir do modelo.

Além disso, é vantajoso realizar a apuração de valor de correção em fases de operação, nas quais as emissões  
10 para a apuração dos valores de correção possam ser determinadas com suficiente precisão pela alteração da quantidade dosada. São aquelas fases de operação nas quais o sistema de tratamento posterior de gás de escape e/ou o motor de combustão interna se encontram em um  
15 estado o mais estacionário possível, de tal forma que os tempos mortos dos sensores e/ou a inércia do sistema não interfiram mais na determinação das emissões reais e/ou nos parâmetros de influência.

Para apurar um estado de operação estacionário do motor de combustão interna e/ou do sistema de catalisador pode  
20 ser conveniente, consultar a temperatura de água de refrigeração e/ou a temperatura de óleo e/ou a temperatura de combustível e/ou a pressão de injeção e/ou a pressão de injeção de combustível e/ou a temperatura de  
25 ar de aspiração e/ou a temperatura de ar de admissão e/ou o número de rotações de turbocarregador e/ou a pressão de admissão e/ou a massa de ar e/ou a massa de gás de escape e/ou a velocidade de marcha e/ou o número de rotações de motor e/ou a quantidade de injeção de combustível e/ou as  
30 temperaturas de gás de escape e/ou a temperatura de catalisador e/ou a quantidade de injeção de agente de redução e/ou a taxa de retorno de gás de escape e/ou a pressão de agente de redução e/ou as emissões e/ou a relação de combustível/ar e/ou alteração temporal desses  
35 parâmetros como critérios de análise. Naturalmente, na prática não são utilizados todos os parâmetros acima referidos ou parâmetros de operação para a apuração do

estado de operação estacionário, mas uma quantidade relativamente pequena de parâmetros de operação relevantes condicionados ao sistema.

No caso da operação em automóveis, nos quais é feita  
5 continuamente a alternância entre processos de aceleração e de frenagem, com p.ex. para conduções em cidade, o período entre verificações das emissões e, portanto, a renovação do valor de correção pode ser de 30 a 60 segundos. Para possibilitar uma verificação mais  
10 frequente e, ao mesmo tempo, detectar a resposta do sistema a quantidades de agente de redução alteradas com a maior precisão possível, pode-se adicionar ou integrar os valores de sensor reais e nominais e/ou conversões nominais e reais e/ou alterações reais e nominais por um  
15 intervalo mais longo. Desse modo, são minimizadas oscilações de curta duração de parâmetros de operação e/ou o ruído dos valores de sensor das Rauschen der Sensorwerte, que podem provocar uma apuração incorreta do valor de correção die zu einer fehlerhaften Ermittlung  
20 des Korrekturwerts *K*.

Conforme já indicado, muitas vezes a apuração apenas de um único valor de correção global, não basta, já que as conversões possíveis do catalisador SCR dependem de  
25 vários parâmetros de operação - doravante denominados parâmetros de influência - que descrevem diferentes estados de operação do motor de combustão interna e/ou do sistema de tratamento posterior. Como parâmetros de influência podem ser utilizados a temperatura de água de refrigeração e/ou a temperatura de óleo e/ou a  
30 temperatura de combustível e/ou a pressão de injeção de combustível e/ou a temperatura de ar de aspiração e/ou a temperatura de ar de admissão e/ou o número de rotações de turbocarregador e/ou a pressão de admissão e/ou a massa de ar e/ou a massa de gás de escape e/ou a  
35 velocidade de marcha e/ou o número de rotações do motor e/ou a quantidade de injeção de combustível e/ou as temperaturas de gás de escape e/ou a temperatura de

catalisador e/ou a quantidade de injeção agente de redução e/ou a taxa de retorno de gás de escape e/ou o fluxo de massa de gás de escape e/ou a pressão de agente de redução e/ou as horas de serviço e/ou a umidade do ar e/ou a pressão atmosférica e/ou a emissão bruta de NOx.

5 Para poder abranger toda a área de operação do motor de combustão interna e/ou do sistema de tratamento posterior são determinados diferentes valores de correção para diferentes valores desses parâmetros de influência. Estes

10 podem ser armazenados em tabelas mas também em linhas características (funções de correção monoparamétrica e/ou em campos característicos (funções de correção boparamétricas) e/ou em funções multi-paramétricas como valores de armazenamento no aparelho de comando da

15 instalação, sendo que para a apuração dos atuais valores de correção entre esses diferentes valores de correção em relação ao tempo de execução, ou seja, durante o funcionamento, pode ser feita interpolação.

A quantidade dosada efetivamente adicionada  $M_{\text{agente de redução}}$  no momento  $t$  resulta de uma quantidade dosada apurada  $M_{\text{agente de redução, modelo}}$  a partir de dados armazenados, na forma de curvas, tabelas ou funções e pelo menos de um valor de correção  $K_E$  associado a um parâmetro de influência  $E$ , que foi determinado no momento  $t'$ .

25 Em geral pode-se escrever:

$$M_{\text{agente de redução}}(t) = K_E(t') \cdot M_{\text{agente de redução/modelo}}$$

sendo que  $t$  descreve o tempo atual e  $t'$  um tempo no passado.

Para a apuração do efeito de diferentes valores do parâmetro de influência deve ser determinado o desvio de emissões reais e nominais, ou conversões reais e nominais para pelo menos dois diferentes valores do parâmetro de influência  $e$ , conseqüentemente, em relação a dois diferentes momentos no passado. Conforme já acima

30 descrito, é vantajoso realizar a apuração dos valores de correção no estado estacionário do sistema de tratamento posterior e/ou do motor.

35

Por exemplo, o método para o uso de diferentes valores de correção para diferentes dimensões de um parâmetro de influência deve ser representado para o parâmetro de influência „fluxo de massa de gás de escape“:

- 5 No caso da verificação durante a operação estacionária, é apurado em um fluxo de massa de gás de escape de 1000kg/h um valor de correção de 120% ermittelt, para 2000kg/h resulta um valor de correção de 90%, para 3000kg/h resulta um valor de correção de 130%.
- 10 Os valores de correção assim apurados são transportados na forma de uma linha característica e atribuídos aos fluxos de massa de gás de escape 1000kg/h, 2000kg/h e 3000kg/h:

|    | Fluxo de massa de gás de escape[kg/h] | 1000 | 2000 | 3000 |
|----|---------------------------------------|------|------|------|
| 15 | Valor de correção [%]                 | 120  | 90   | 130  |

- Durante o funcionamento do motor instacionário, pode ser apurado em seguida, vantajosamente através de interpolação linear, o valor de correção respectivamente atual a partir da linha característica e empregado para o
- 20 ajuste da quantidade dosada controlada com base no modelo. Assim, resultaria, por exemplo, para um fluxo de massa de gás de escape atual de 1500kg/h um valor de correção de 105%, pelo qual a quantidade dosada seria corrigida.

- 25 Os valores de correção podem ser determinados e armazenados na forma de valores relativos, conforme acima descritos, ou na forma de valores absolutos, como p.ex. fluxos de massa de agente de redução alterados.

- Pode-se proceder de forma análoga no caso da apuração
- 30 dos valores de correção para os outros parâmetros de influência.

- Se resultarem  $n$  parâmetros de influência  $E_1$  a  $E_n$  então para  $n$  valores de correção poderá ser determinada a quantidade dosada efetivamente adicionada através da
- 35 multiplicação

$$M_{\text{agente de redução}}(t) = K_1(E_1(t')) \cdot K_2(E_2(t'')) \cdot K_3(E_3(t''')) \cdot \dots \cdot K_n(E_n(t''''))$$

*M*<sub>agente de redução, modelo</sub>

ou adição

$$M_{\text{agente de redução}}(t) = K_1(E_1(t')) + K_2(E_2(t'')) + K_3(E_3(t''')) + \dots + K_n(E_n(t'''')) +$$

5 *M*<sub>agente de redução, modelo</sub>

A adição dos valores de correção muitas vezes é empregada quando no uso dos valores de correção se trata de valores absolutos, a multiplicação, quando os valores de correção contém valores relativos.

10 Também a colocação de uma função de correção multi-paramétrica  $K$ , na qual estão contidos os parâmetros de influência  $E_1$  a  $E_n$ , é possível:

$$M_{\text{agente de redução}}(t) = K_1(E_1(t'), (E_2(t''), (E_3(t''')) \dots E_n(t''')) \bullet$$

*M*<sub>agente de redução, modelo</sub>

15 Os valores individuais de correção para os parâmetros de influência podem, mas não precisam ser atribuídos a diferentes tempos  $t'$ ,  $t''$ ,  $t'''$  etc.

Os valores de correção são congelados ou mantidos e continuam sendo empregados para a correção dos valores modelo e, portanto, para o controle, até que possa ser feita uma nova verificação das emissões e possam ser apurados novos valores de correção.

A figura 2 mostra em um fluxograma, as etapas de controle para a apuração de um valor de correção. Conforme já indicado, a sequência ali mostrada a título de exemplo é realizada quando presente um estado de operação estacionário do motor de combustão interna. As sequências para a verificação de que está presente um estado de operação estacionário, não são porém mostradas no fluxograma. Entende-se por um estado de operação estacionário, que os parâmetros de influência que interferem fundamentalmente sobre o motor de combustão interna ou parâmetros de operação não se alteram de modo significativo. É verificada a presença de um estado de operação estacionário através da monitoração dos parâmetros de influência abordados, por meio do aparelho de comando. As sequências abordadas são realizadas

através de sequências de comando implemetadas como programas de controle, neste caso as sequências de controle em questão são partes de sequências de controle superiores. Aparelhos de comando do tipo abordado são parte integrante de todos os motores de combustão interna modernos.

Partindo de um estado inicial, é feito primeiramente um aumento da quantidade dosada e depois uma comparação do sinal de sensor atual com o estado inicial. A alteração do sinal de sensor inicial atual em relação ao estado inicial é analisada em uma etapa seguinte pelo aparelho de comando e ao mesmo tempo o valor do sinal de sensor atual é armazenado. A avaliação, neste caso, pode gerar três resultados alternativos:

1. Um aumento da quantidade dosada leva a uma diminuição do sinal de sensor:

Analogamente à figura 1, o sistema de tratamento posterior de gás de escape é operado na faixa 1. Isso significa que a quantidade de agente de redução conduzida adicionalmente provocou uma redução dos óxidos nítricos, ou seja, o sensor de  $\text{NO}_x$  detecta  $\text{NO}_x$ .

2. Um aumento da quantidade dosada não acarretou nenhuma alteração, ou acarretou apenas uma alteração mínima do sinal de sensor (correspondente a faixa 2 na figura 1):

O ponto de operação ideal do sistema SCR é atingido, ou seja,  $\text{NO}_x$  e  $\text{NH}_3$  são mínimos.

3. Um aumento da quantidade dosada provocou um aumento do sinal de sensor (correspondente a faixa 3 na figura 1): O sistema SCR é „atropelado“, a quantidade de agente de redução adicionalmente colocada provoca uma elevação das emissões de  $\text{NH}_3$ , ou seja, o sensor de  $\text{NO}_x$  detecta sobretudo  $\text{NH}_3$ .

Partindo dos resultados possíveis anteriormente relacionados da avaliação são necessários três controles de processo alternativos. Se o sistema de tratamento posterior de gás de escape se encontrar na faixa 1, a quantidade dosada será aumentada em um fator pré-

determinado em uma etapa seguinte através do aparelho de comando. Em seguida, o sinal de sensor atual é comparado com o sinal de sensor armazenado e avaliada novamente a alteração do sinal de sensor ou o sinal de sensor atual é armazenado. Caso o valor nominal de  $\text{NO}_x$  ou a conversão nominal de  $\text{NO}_x$  já tenham sido alcançados antes da verificação, não será necessária uma correção pelo ajuste do valor de correção. Caso o valor nominal de  $\text{NO}_x$  ou a conversão nominal de  $\text{NO}_x$  ainda não tenham sido alcançados, poderá ser feito um ajuste mediante alteração do valor de correção.

Se o sistema de tratamento posterior de gás de escape se encontrar na faixa 3, em uma etapa seguinte a quantidade dosada será diminuída e, um valor pré-determinado através do aparelho de comando. Em seguida, o sinal de sensor atual será comparado com o estado inicial e a alteração do sinal de sensor novamente avaliada ou o atual sinal de sensor armazenado.

Se o sistema de tratamento posterior de gás de escape se encontrar na faixa 2, o ponto de operação ideal terá sido atingido, o aparelho de comando apura a diferença entre a quantidade dosada de acordo com o estado inicial e a quantidade dosada atual enquanto valor de correção e armazena este juntamente com o novo estado inicial.

A figura 4 mostra um outro fluxograma, que a princípio corresponde ao da figura 2, naturalmente a avaliação da alteração do sinal de sensor é feita de modo mais diferenciado a fim de encontrar o ponto de operação ideal. Também esta sequência de controle mostrada a título de exemplo é realizada na presença de um estado de operação estacionário do motor de combustão interna.

Partindo de um estado inicial é feito primeiramente um aumento da quantidade dosada e então uma comparação do sinal de sensor atual com o estado inicial. A alteração do sinal de sensor atual em relação ao estado inicial é analisada em uma etapa seguinte através do aparelho de comando e ao mesmo tempo armazenado o valor do atual

5 sinal de sensor. A avaliação pode neste caso levar a quatro resultados alternativos:

1. Um aumento da quantidade dosada provoca uma diminuição do sinal de sensor (correspondente a faixa 1 na figura 3):

10 Isso significa que a quantidade de agente de redução adicionalmente colocada provocou a redução dos óxidos nítricos, ou seja, o sensor de  $\text{NO}_x$  detecta exclusivamente  $\text{NO}_x$ . Portanto, a quantidade dosada pode ser ainda mais aumentada para a obtenção de uma conversão desejada, ou seja, o valor de correção pode ser aumentado.

15 Um aumento da quantidade dosada leva na verdade a uma diminuição do sinal de sensor, este, porém, não corresponde à redução esperada (corresponde à faixa 2 na figura 3):

20 Isso significa que adicionalmente à emissão  $\text{NO}_x$  também é medida a porcentagem de  $\text{NH}_3$ , o que provoca um nivelamento do aumento. A passagem da faixa 1 para faixa 2 também pode ser chamada de ponto de operação ideal, já que neste caso na conversão máxima de  $\text{NO}_x$  não ocorre qualquer escape de  $\text{NH}_3$ , o valor de correção não deve ser alterado portanto.

25 Um aumento da quantidade dosada não acarretou nenhuma alteração do sinal de sensor (correspondente a faixa 3 na figura 3):

30 Isso significa que a diminuição de  $\text{NO}_x$  é compensada através da emissão de  $\text{NH}_3$ . O ponto de operação ideal é ultrapassado, a quantidade dosada e, portanto, o valor de correção devem ser reduzidos.

Um aumento da quantidade dosada acarreta um aumento do sinal de sensor (correspondente à faixa 4 na figura 3):

35 O sistema SCR é „atropelado“, a quantidade de agente de redução adicionalmente colocada acarreta uma elevação das emissões de  $\text{NH}_3$ , ou seja, o sensor de  $\text{NO}_x$  detecta sobretudo  $\text{NH}_3$ . A quantidade dosada e, portanto, o valor de correção devem ser reduzidos.

Partindo dos resultados possíveis anteriormente relacionados da análise são necessários quatro controles de processo. Se o sistema de tratamento posterior de gás de escape se encontrar na faixa 1 em uma etapa seguinte a  
5 quantidade dosada será amentada por um valor pré-determiando através do aparelho de comando. Então, o sinal de sensor atual será comparado com o sinal de sensor armazenado e a alteração do sinal de sensor novamente analisada ou o atual sinal de sensor será  
10 armazenado. Caso o valor nominal de  $\text{NO}_x$  ou a conversão nominal de  $\text{NO}_x$  já tenham sido alcançados antes da verificação, não será necessária nenhuma correção pelo ajuste do valor de correção. Caso o valor nominal de  $\text{NO}_x$  ou a conversão nominal de  $\text{NO}_x$  ainda não tenham sido  
15 alcançados, poderá ser feito um ajuste mediante alteração do valor de correção.

Se o sistema de tratamento posterior de gás de escape se encontrar na faixa 3 ou 4, em uma etapa seguinte então a quantidade dosada será diminuída através do aparelho de  
20 comando, por um valor pré-determinado. Então, o sinal de sensor atual será comparado com o estado inicial e a alteração do sinal de sensor será novamente analisada ou o atual sinal de sensor será armazenado.

Se o sistema de tratamento posterior de gás de escape se encontrar na faixa 2, o ponto de operação ideal foi atingido, o aparelho de comando apura a diferença entre a  
25 quantidade dosada, de acordo com o estado inicial e, a quantidade dosada atual equanto valor de correção e armazena este juntamente com o novo estado inicial.

30 Na figura 5 aparecem ilustrados a título de exemplo o traçado de tempo da quantidade dosada, assim como a resposta do sensor de  $\text{NO}_x$ :

O estado inicial é alterado através de um aumento da quantidade dosada. Através da quantidade maior de agente  
35 de redução injetado obtém-se uma melhor redução de  $\text{NO}_x$ , esta se expressa no sensor de  $\text{NO}_x$  com uma caída do sinal. Um outro aumento da quatidade dosada porém não provocou

nenhum outro retorno do sinal de  $\text{NO}_x$ , já que este sobe novamente com o  $\text{NH}_3$  detectado. Portanto, o último valor é desprezado, é empregado o valor anterior da quantidade dosada, que provocou uma redução dos óxidos nítricos e  
5 pode ser usado para os momentos futuros na faixa instacionária. Para deduzir um valor de correção a partir da quantidade dosada assim encontrada, a quantidade dosada encontrada pode ser subtraída da quantidade dosada de acordo com o estado inicial, a diferença corresponde ao  
10 valor de correção.

Naturalmente, divergindo deste exemplo, o valor de correção também pode ser formado pela soma do valor absoluto ou relativo das alterações da quantidade dosada em relação ao estado inicial.

15 O valor de correção encontrado é armazenado, de acordo com as concretizações anteriores, pelo aparelho de comando e empregado em momentos posteriores para o ajuste da dosagem do agente de redução.

Conforme já acima descrito, as verificações devem ser  
20 realizadas em um estado de operação estacionário do sistema. Se isto não for possível, conforme também já citado anteriormente, poderá ser feita também uma integração ou adição dos valores nominais e reais por um período mais longo.

25 A apuração dos valores de correção, referente às classes já foi descrita anteriormente como outra possibilidade de apuração do valor de correção. Para tanto, os valores que podem aceitar os parâmetros de operação 5 relevantes, são distribuídos em um processo precedente, por exemplo, com  
30 auxílio de um arranjo de referência já acima descrito, em faixas de valores ou classes. As faixas de valores neste caso são selecionadas de tal forma que o erro condicionado de parâmetro de operação no caso da apuração do valor de correção é desprezível. As faixas de valores ou classes  
35 assim apuradas, para cada um dos parâmetros de operação relevantes são armazenadas no aparelho de comando da série de forma que seja possível recorrer a eles.

Para cada uma das faixas de valores armazenadas é apurado apenas um valor de correção, sendo que o valor do parâmetro de operação em questão pode variar durante a apuração do valor de correção dentro da faixa de valores.

5 É então utilizado o valor de correção assim apurado, para todos os valores de parâmetro de operação que se situam dentro da faixa de valores, ou seja, da classe.

A título de exemplo, o método das classes é representado na tabela a seguir no exemplo fluxo de massa de gás de escape.

Classes de fluxo de massa

|                         |           |            |           |
|-------------------------|-----------|------------|-----------|
| de gás de escape [kg/h] | 100-1000, | 1001-2000, | 2001-3000 |
| valor de correção [%]   | 120       | 90         | 130       |

O exemplo mostra que para a faixa de 100kg/h a 3000kg/h  
15 devem ser naturalmente apurados três valores de correção. Isso é relativamente fácil, pois na maioria dos casos pode ser concluída uma apuração do valor de correção, neste caso, o „fluxo de massa de gás de escape“, deixa uma classe.

20 Durante o funcionamento do motor instacionário o valor de correção apurado pode ser aplicado em seguida ou para a largura total da classe ou respectivamente para um valor da classe, por exemplo limite inferior, médio ou superior, sendo que o valor de correção atual é  
25 vantajosamente apurado através de interpolação linear a partir da linha característica e empregado para o ajuste da quantidade dosada controlada.

Para o primeiro caso, resultaria um valor de correção constante de 90% para um fluxo de massa entre 1001 e  
30 2000kg/h, pelo qual a quantidade dosada apurada a partir dos modelos seria corrigida através da multiplicação pelo valor de correção, a partir de 2001 kg/h seria corrigida com 130%.

Em outro caso, resultaria um valor de correção de 102%,  
35 para um fluxo de massa de gás de escape de 1800kg/h com interpolação linear, supondo-se o valor de correção anteriormente determinado, respectivamente, com relação

ao meio das duas classes de correção imediatamente próximas entre si.

REIVINDICAÇÕES

- 1- Método para dosar um agente de redução liberador de amoniaco em um fluxo de gás de escape, em conexão com uma instalação de tratamento posterior de gás de escape de um motor de combustão interna instalado em um automóvel e operado com excesso de ar, sendo que
- 5 - a dosagem do agente de redução é feita por meio de um dispositivo dosador, controlado por um aparelho de comando, atribuído à instalação de tratamento posterior de gás de escape, no fluxo de gás de escape,
- 10 - a jusante do dispositivo dosador no fluxo de gás de escape, fica alojado como outra parte da instalação de tratamento posterior de gás de escape, um catalisador SCR,
- 15 - a quantidade dosada é apurada pelo aparelho de comando por meio de um modelo neste aparelho armazenado, que abrange todos os possíveis pontos de operação do motor de combustão interna e/ou da instalação de tratamento posterior de gás de escape, em função de pelo menos um parâmetro de operação do motor de combustão interna e/ou da instalação de tratamento posterior de gás de escape, parâmetro este analisado pelo aparelho de comando, e quantidade esta adicionada por controle, sendo que o respectivo valor momentâneo de pelo menos um parâmetro de
- 20 operação determina o ponto de operação respectivo do motor de combustão interna e/ou da instalação de tratamento posterior de gás de escape, caracterizado pelo fato de
- 25 - a quantidade dosada ser variada de forma definida em fases de operação determinadas e a alteração do valor medido de pelo menos um sensor de Nox disposto a jusante do catalisador SCR ser comparada com um valor esperado, que o aparelho de comando apura a partir do parâmetro da variação,
- 30 - a partir do grau de conformidade entre o valor esperado e o valor real apurado por meio do sensor de NO<sub>x</sub> ser deduzida a presença de NO<sub>x</sub> e/ou NH<sub>3</sub>,
- 35

- a variação da quantidade dosada ser continuada até serem atingidos ou a concentração nominal de Nox ou a conversão nominal de Nox daí apurada ou através do desvio do valor real em relação ao valor esperado ser deduzida a presença de NH<sub>3</sub>, ou o valor real, e conseqüentemente a soma de .NO<sub>x</sub> e NH<sub>3</sub> atingir um mínimo ou um valor pré-determinável,
  - a partir da quantidade dosada ser apurado pelo menos um valor de correção antes da variação da quantidade dosada, e da quantidade dosada ao atingir a concentração nominal de NO<sub>x</sub> ou da conversão nominal de Nox daí apurada, ou detecção da presença de NH<sub>3</sub> ou ao atingir um mínimo ou um valor pré-determinável do valor real, e referido valor de correção ser armazenado em uma memória do aparelho de comando,
  - a quantidade dosada ser ajustada por meio do valor de correção em processos de dosagem subseqüentes.
2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de no caso da determinação do valor de correção ser determinado adicionalmente o valor de pelo menos um parâmetro de operação e em conexão com o valor de correção ser armazenado na memória do aparelho de comando e de por meio do valor de correção, no caso de processos de dosagem subseqüentes, a quantidade dosada ser ajustada com relação ao parâmetro operacional.
3. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 2, caracterizado pelo fato de no caso de pelo menos um parâmetro operacional, se tratar da temperatura de agente de refrigeração e/ou da temperatura do óleo e/ou da temperatura do combustível e/ou da pressão de injeção de combustível e/ou da temperatura de ar de aspiração e/ou da temperatura de ar de admissão e/ou do número de rotações do turbocarregador e/ou da pressão de admissão e/ou da massa de ar e/ou da massa de gás de escape e/ou da velocidade de marcha e/ou do número de rotações do motor e/ou da quantidade de injeção de combustível e/ou das temperaturas de gás de escape e/ou

da temperatura de catalisador e/ou da quantidade de injeção de agente de redução e/ou da taxa de retorno de gás de escape e/ou do fluxo de massa de gás de escape e/ou da pressão de agente de redução e/ou das horas de serviço e/ou da umidade do ar e/ou da pressão atmosférica e/ou das emissões brutas de NO<sub>x</sub>.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de para diferentes parâmetros de operação e/ou para diferentes valores dos parâmetros de operação por meio do aparelho de comando, serem determinados diferentes valores de correção e serem armazenados com relação ao parâmetro de operação e/ou com relação ao valor do parâmetro de operação.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de os diferentes valores de correção serem armazenados por meio do aparelho de comando na forma de pelo menos uma linha característica e/ou pelo menos um campo característico e/ou pelo menos uma função de correção multi-paramétrica e de os valores de correção para processos de dosagem subsequentes serem deduzidos em função do valor do ou dos parâmetros de operação de pelo menos uma linha característica e/ou pelo menos um campo característico e/ou pelo menos uma função de correção mono- ou multiparamétrica.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato de para a apuração do valor de sensor real o sinal de saída do sensor NO<sub>x</sub> ou um parâmetro dele deduzido ser adicionado ou integrado por um período pré-determinável.

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 2 a 5, caracterizado pelo fato de pelo menos um parâmetro de operação ser subdividido em faixas de valores formadoras de classes e de a apuração de valores de correção ser feita através do aparelho de comando com relação às classes.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado

pelo fato de ao sair de uma classe de pelo menos um parâmetro de operação, durante a apuração de um valor de correção, os resultados parciais obtidos serem temporariamente armazenados e de ao entrarem novamente na

5 classe, a apuração do valor de correção ser continuada com os resultados parciais temporariamente armazenados.

9. Método, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de ao sair de uma classe de pelo menos um parâmetro de operação durante a apuração de um valor de

10 correção, os resultados parciais obtidos serem desprezados.

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 9, caracterizado pelo fato de a quantidade dosada para o agente de redução ser variada em um estado de

15 operação estacionário do motor de combustão interna e/ou do sistema de catalisador.

11. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de para a apuração de um estado de operação estacionário, ser consultada a temperatura de

20 agente de refrigeração e/ou a temperatura de óleo e/ou a temperatura de combustível e/ou a pressão de injeção de combustível e/ou a temperatura de ar de aspiração e/ou a temperatura de ar de admissão e/ou o número de rotações do turbocarregador e/ou a pressão de admissão e/ou a

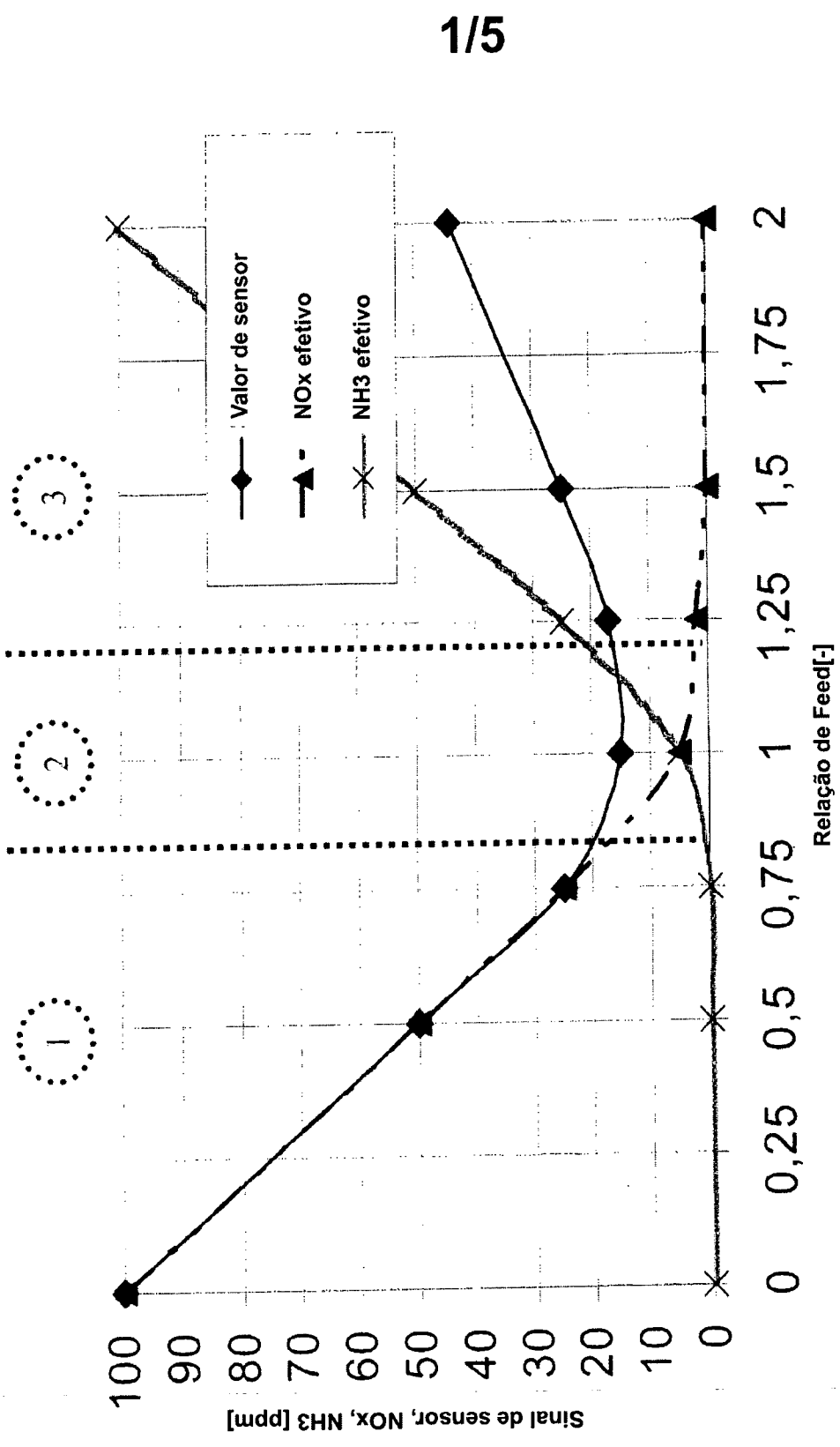
25 velocidade de marcha e/ou o número de rotações do motor e/ou a quantidade de injeção de combustível e/ou as temperaturas de gás de escape e/ou a temperatura de catalisador e/ou a quantidade de injeção de agente de redução e/ou a taxa de retorno de gás de escape e/ou a

30 pressão de agente de redução e/ou as emissões e/ou a relação de combustível/ar e/ou a alteração temporal desses parâmetros.

12. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 11, caracterizado pelo fato de para a apuração de

35 uma quantidade dosada referente ao parâmetro de operação, se em relação ao valor de parâmetro de operação atual não estiver armazenado nenhum valor de correção, ser gerado

um valor de correção a partir de valores de correção, que estão armazenados para valores de parâmetro de operação adjacentes, através da interpolação por meio do aparelho de comando ou de ser empregado um valor de correção, que 5 é atribuído a um valor de parâmetro de operação adjacente em relação ao valor de parâmetro de operação atual.



**FIG.1**

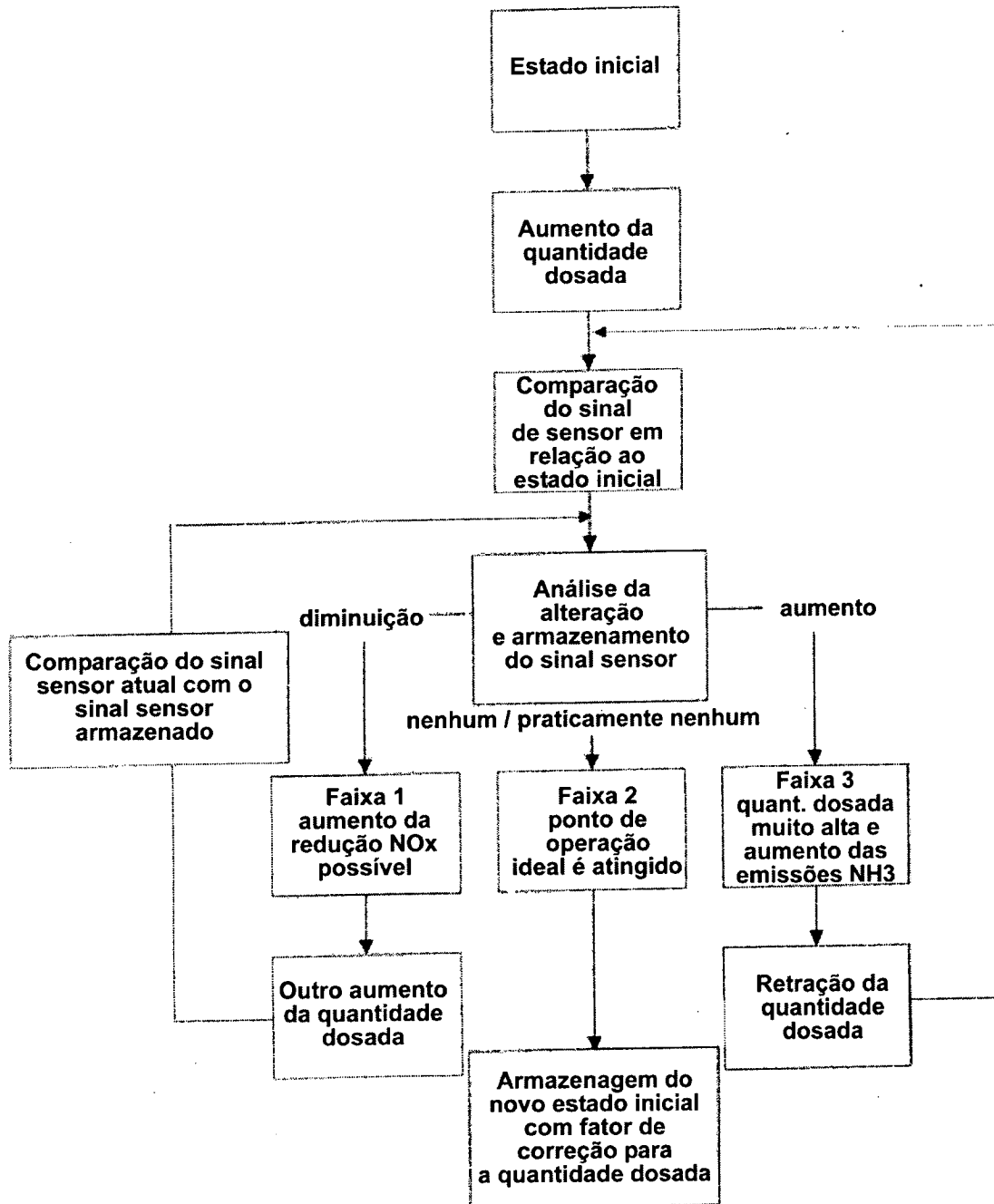


FIG.2

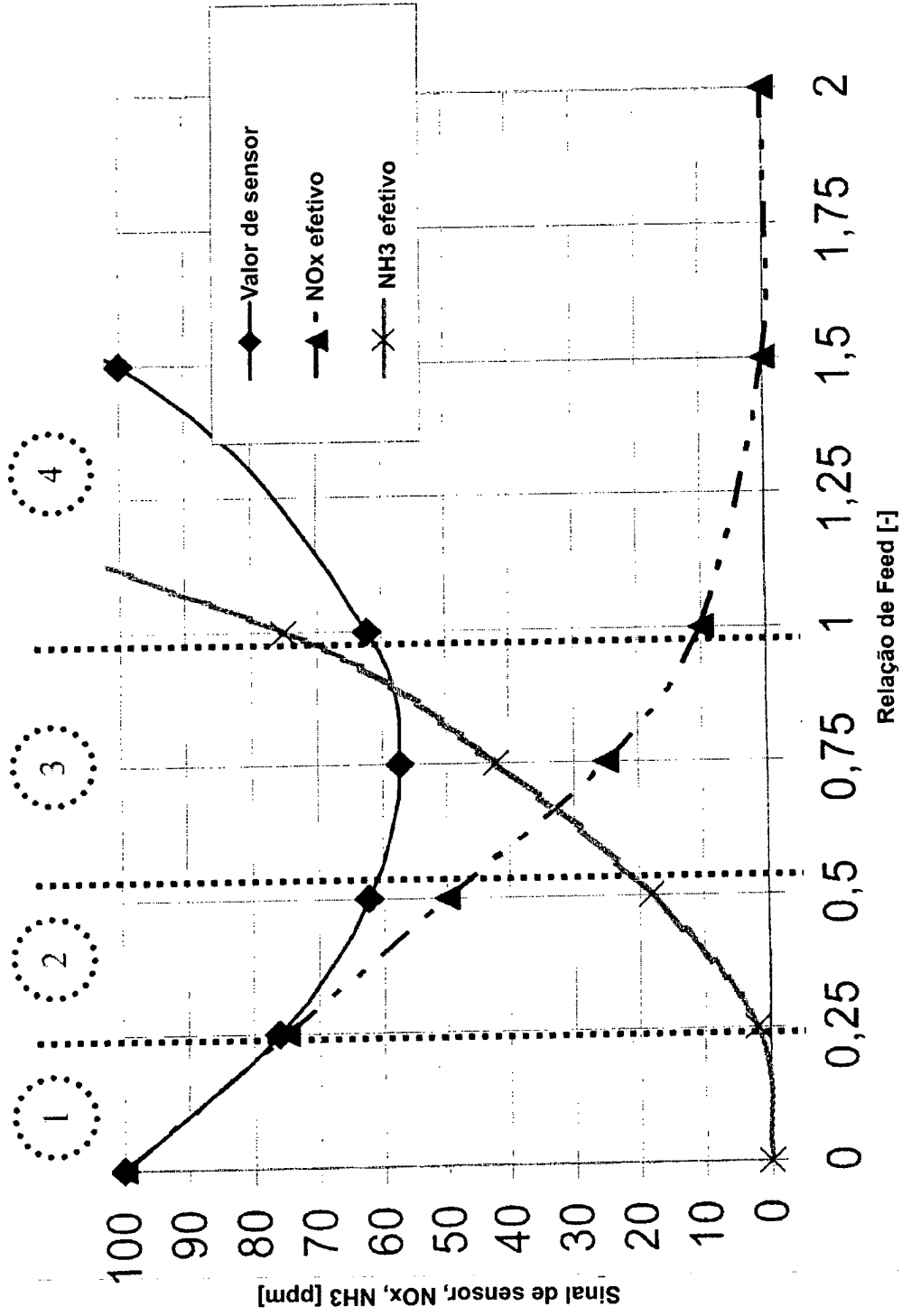


FIG.3

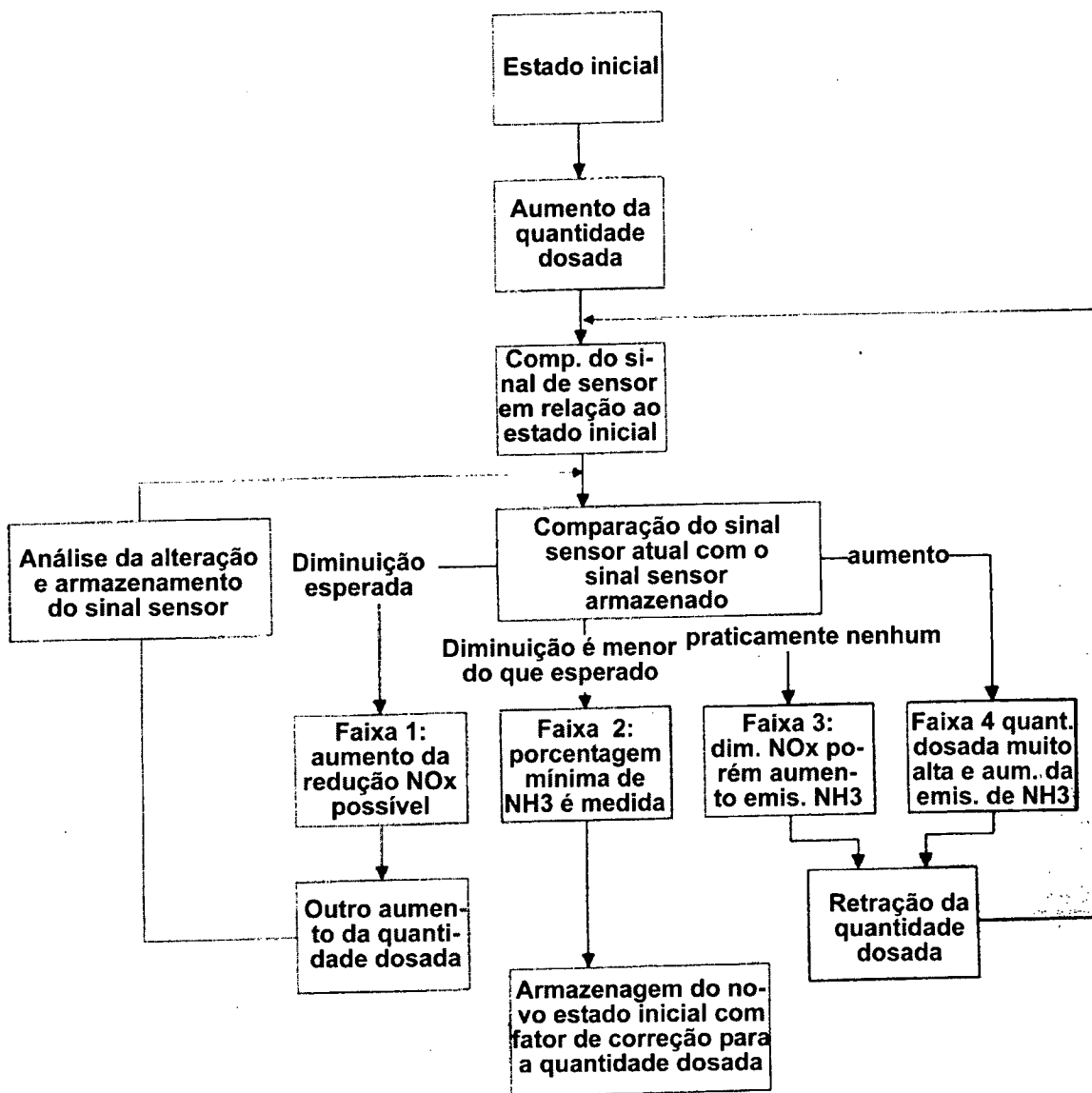


FIG.4

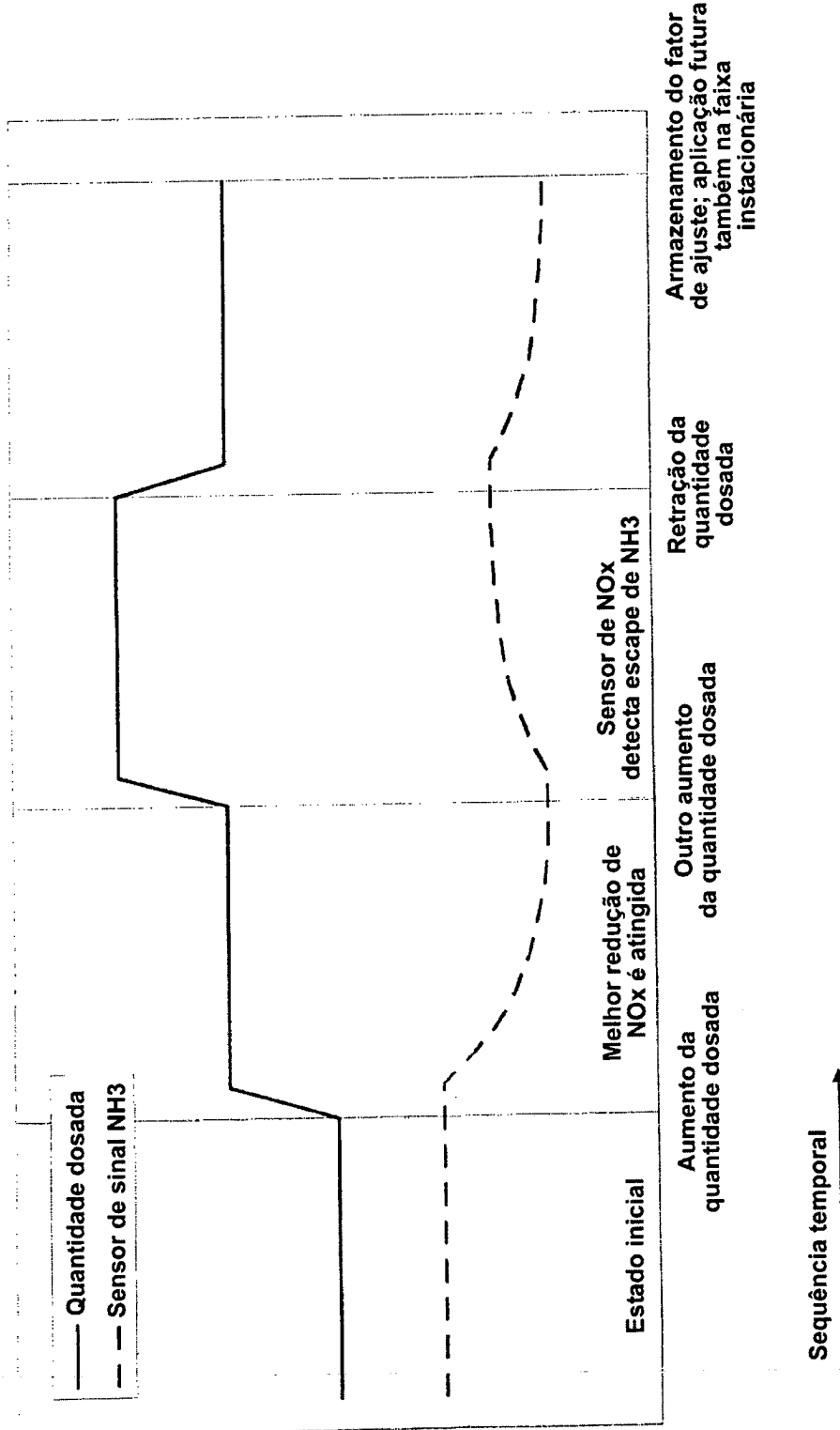


FIG.5

RESUMO

"MÉTODO PARA DOSAR UM AGENTE DE REDUÇÃO LIBERADOR DE AMONÍACO EM UM FLUXO DE GÁS DE ESCAPE".

Método para o uso em conexão com uma instalação de  
5 tratamento posterior de gás de escape para a dosagem de  
um agente de redução liberador de amoníaco no fluxo de gás  
de escape de um motor de combustão interna instalado em  
um automóvel, operado com excesso de ar, sendo que um  
aparelho de comando dosa em função de um modelo  
10 armazenado, a quantidade de agente de redução e durante a  
operação do motor de combustão interna, a quantidade  
dosada varia de modo definido em determinadas fases de  
operação e compara a alteração do valor medido de pelo  
menos um sensor NO<sub>x</sub> disposto a jusante do catalisador  
15 SCR com um valor esperado, que o aparelho de comando apura  
a partir do parâmetro da variação. A partir do grau de  
conformidade entre o valor esperado e o valor real  
apurado por meio do sensor de NO<sub>x</sub> é deduzida a presença  
de NO<sub>x</sub> e/ou NH<sub>3</sub>. A variação da quantidade dosada é  
20 continuada até ou a concentração nominal de NO<sub>x</sub> ou a  
conversão nominal de NO<sub>x</sub> dela apurada serem atingidas ou  
pelo desvio do valor real em relação ao valor esperado  
ser deduzida a presença de NH<sub>3</sub>, ou o valor real, e  
conseqüentemente, a soma de NO<sub>x</sub> e NH<sub>3</sub>, atingir um mínimo  
25 ou um valor pré-determinável. A partir da quantidade  
dosada antes da variação da quantidade dosada e da  
quantidade dosada ao atingir a concentração nominal de  
NO<sub>x</sub> ou a conversão nominal de NO<sub>x</sub> apurada a partir dela  
ou verificação da presença de NH<sub>3</sub> ou ao atingir um mínimo  
30 ou valor pré-determinável do valor real, é apurado pelo  
menos um valor de correção e este é armazenado em uma  
memória do aparelho de comando. A quantidade dosada é  
ajustada então por meio do valor de correção para  
processos de dosagem subsequentes.