



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

**(11) BR 112016008295-8 B1**



**(22) Data do Depósito: 15/10/2014**

**(45) Data de Concessão: 19/07/2022**

**(54) Título:** SISTEMAS DE DIAGNÓSTICO A BORDO E DE ESCAPE, VEÍCULO, E, MÉTODO PARA DIAGNÓSTICO A BORDO DE UM SUBSTRATO CATALISADO EM UM SISTEMA DE ESCAPE PARA UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA

**(51) Int.Cl.:** F01N 3/10; F01N 11/00; F01N 13/00; F01N 3/28.

**(30) Prioridade Unionista:** 15/10/2013 US 61/891,072.

**(73) Titular(es):** JOHNSON MATTHEY PUBLIC LIMITED COMPANY.

**(72) Inventor(es):** DAVID BERGEAL; DANIEL HATCHER; PAUL RICHARD PHILLIPS.

**(86) Pedido PCT:** PCT GB2014053091 de 15/10/2014

**(87) Publicação PCT:** WO 2015/056004 de 23/04/2015

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 14/04/2016

**(57) Resumo:** SISTEMAS DE DIAGNÓSTICO A BORDO E DE ESCAPE, VEÍCULO, E, MÉTODO PARA DIAGNÓSTICO A BORDO DE UM SUBSTRATO CATALISADO EM UM SISTEMA DE ESCAPE PARA UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA. É descrito um sistema de diagnóstico a bordo para um sistema de escape de um motor de combustão interna. O sistema compreende um substrato catalisado tendo uma região catalisada e uma região não catalisada, um primeiro sensor e um segundo sensor. O primeiro sensor é localizado dentro da região catalisada do substrato catalisado e o segundo sensor é localizado dentro da região não catalisada do substrato catalisado. É também descrito um método para diagnóstico a bordo do substrato catalisado.

“SISTEMAS DE DIAGNÓSTICO A BORDO E DE ESCAPE, VEÍCULO, E, MÉTODO PARA DIAGNÓSTICO A BORDO DE UM SUBSTRATO CATALISADO EM UM SISTEMA DE ESCAPE PARA UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA”

## CAMPO DE INVENÇÃO

[001] A invenção refere-se a um sistema de diagnóstico a bordo para um substrato catalisado, em particular um catalisador de oxidação de diesel, e um método para o diagnóstico a bordo de um substrato catalisado em um sistema de escape.

## FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[002] Motores de combustão interna produzem gases de escape contendo uma variedade de poluentes, incluindo hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio ("NO<sub>x</sub>"), óxidos de nitrogênio e material particulado. Cada vez mais as rigorosas legislações nacional e regional reduziram a quantidade de poluentes que podem ser emitidos a partir de tais motores a diesel ou gasolina. Sistemas de escape contendo vários componentes catalisadores foram desenvolvidos para atingir esses baixos níveis de emissões.

[003] Com o aumento da complexidade desses sistemas de escape, diagnóstico a bordo foram desenvolvidos para permitir que os proprietários de veículos compreendam a condição de operação do sistema de escape. Diagnósticos a bordo ("OBD"), no contexto de um veículo a motor é um termo genérico para descrever a capacidade de autodiagnóstico e de reportamento dos sistemas de veículo provida por uma rede de sensores ligados a um sistema de gerenciamento eletrônico adequado. Os primeiros exemplos de sistemas de OBD simplesmente iluminariam uma luz indicadora de mal funcionamento se um problema fosse detectado, mas não proveu quaisquer informações sobre a natureza do problema. Mais sistemas de OBD modernos usam uma porta de conexão digital padronizada e são capazes de

prover informações sobre códigos de diagnóstico padronizados e uma seleção de dados em tempo real, que permitem a identificação rápida do problema e resolução de sistemas de um veículo.

[004] Além de reduzir as emissões do motor de um veículo, a legislação mais recente também requer o uso crescente de diagnóstico a bordo (OBD) para notificar o motorista em caso de um problema ou deterioração do sistema de emissões que faria com que as emissões excedessem limites obrigatórios; por exemplo, um material particulado, monóxido de carbono, hidrocarbonetos e/ou o nível de NO<sub>x</sub> acima de um limite definido (normalmente em g/km de uma emissão de poluentes). Um método típico de diagnósticos a bordo inclui a colocação de um sensor antes de um componente catalítico e um outro sensor depois do componente catalítico e medir a diferença do valor do sensor para determinar se o componente está funcionando corretamente. Por exemplo, A Pat. U.S. No. 6.739.176 ensina um processo para a verificação da operacionalidade de um catalisador de purificação do gás de escape para motores a diesel, que inclui a colocação de sensores de CO a montante e a jusante de um catalisador, bem como uma sonda de temperatura a jusante do catalisador. A Pat. U.S. No. 4.029.472 descreve um sensor termoelétrico para a detecção quantitativa do conteúdo de combustíveis em um gás de escape com duas junções do par termoelétrico, onde um gás de escape catalisador de oxidação adjacente a uma das junções provê um diferencial de temperatura de junção quando o corpo cerâmico é exposto à descarga de fluxo de gás. A diferença de saída entre as duas junções é proporcional à concentração de combustíveis residuais no gás de escape.

[005] A Pat. U.S. No. 8.127.537 descreve um sistema de escape que comprehende um catalisador de três vias (TWC) e um único sensor de lambda. O TWC tem uma composição de catalisador em pelo menos uma parte do comprimento dos canais que se prolongam a partir da extremidade de entrada que possui uma atividade de armazenagem de oxigênio reduzida ou nenhuma

atividade de armazenagem de oxigênio, em relação à composição de catalisador no restante do TWC. O sensor lambda único é contactado substancialmente apenas com o gás de escape que tem o primeiro contato com a composição TWC tendo uma atividade de armazenamento de oxigênio reduzida ou nenhuma atividade de armazenamento de oxigênio. A Pat. U.S. N° 8.205.437 ensina um sistema de escape que comprehende um substrato monolítico revestido com um catalisador e um primeiro sensor disposto em um furo definido em parte por uma parede externa do substrato monolítico. A composição de catalisador em pelo menos uma parte do comprimento dos canais que se estendem a partir da extremidade a montante tem uma maior atividade para uma reação para a qual a composição do catalisador se destina em relação à composição de catalisador na parte restante do substrato. O sensor está disposto de modo que é colocado em contato com substancialmente apenas gás de escape que contactou primeiro a composição do catalisador tendo uma atividade aumentada. Além disso, a Pat. U.S. No. 8.327.632 descreve um sistema de escape que tem um filtro de fuligem catalisado (CSF), uma unidade de controle e um sensor catalisado. O sistema pode aumentar o conteúdo de hidrocarbonetos (HC) e/ou monóxido de carbono (CO) em um gás de escape que flui para o CSF, resultando na combustão de HC e/ou CO no CSF, um aumento de temperatura do líquido cefalorraquidiano, e combustão de material particulado coletadas no CSF.

[006] Verificou-se que os sensores colocados a montante e a jusante de um componente catalisador não são suficientemente precisos, devido à natureza transitória das condições de escape do veículo, agravada pela exotermia relativamente pequena tipicamente encontrada para gases de escape de diesel em comparação com as alterações transitórias na temperatura do gás de escape.

[007] Tal como acontece com qualquer sistema e processo automotivo, é desejável atingir ainda melhorias adicionais nos sistemas de

diagnóstico a bordo. Descobriu-se um novo sistema de diagnóstico a bordo para um substrato catalisado em um sistema de escape.

## SUMARIO DA INVENÇÃO

[008] A invenção é um sistema de diagnóstico a bordo para um sistema de escape de um motor de combustão interna. O sistema de diagnóstico a bordo compreende um substrato catalisado com uma região catalisada e uma região não catalisada, um primeiro sensor e um segundo sensor. O primeiro sensor está localizado no interior da região catalisada do substrato catalisado e o segundo sensor está localizado no interior da região não catalisada do substrato catalisado. A invenção também inclui um método para o diagnóstico a bordo do substrato catalisado. O método compreende a medição da temperatura da região catalisada em um primeiro sensor e a temperatura da região não catalisada no segundo sensor; calcular a diferença de temperatura; e determinar se o substrato catalisado passou ou falhou no teste de diagnóstico, comparando a diferença de temperatura com a diferença esperada para um substrato catalisador que passa e falha.

## BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[009] FIG. 1 ilustra dois arranjos diferentes de sensores termais para um substrato de catalisador de oxidação de diesel, com 1A que mostra uma modalidade da invenção e 1B mostrando um arranjo de comparação.

## DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0010] O sistema de diagnóstico a bordo da invenção compreende um substrato catalisado com uma região catalisada e uma região não catalisada.

[0011] O substrato catalisado compreende um substrato que contém um componente de catalisador. O componente de catalisador é tipicamente um revestimento lavável que compreende um ou mais óxidos inorgânicos e um ou mais metais. Os substratos catalisados são usados em processos para a limpeza de gases de escape formados nos motores de combustão interna.

[0012] O substrato do substrato catalisado é preferivelmente um

substrato monolítico. O substrato monolítico é, preferivelmente um substrato cerâmico ou um substrato metálico. O substrato de cerâmica pode ser feito de qualquer material refratário adequado, por exemplo, alumina, sílica, óxido de titânio, óxido de cério, dióxido de zircônio, óxido de magnésio, zeólitos, nitreto de silício, carboneto de silício, silicatos de zircônio, silicatos de magnésio, aluminossilicatos e aluminossilicatos de metalo (tais como cordierite e espodumena), ou uma mistura de óxido misto ou de quaisquer dois ou mais dos mesmos. O substrato metálico pode ser feito de qualquer metal adequado, e, em particular, metais resistentes ao calor e ligas metálicas, tais como titânio e aço inoxidável, bem como ligas inoxidáveis ferríticas que contêm ferro, níquel, crômio, e/ou alumínio, além de outros metais vestigiais (normalmente, metais terrosos raros).

[0013] O substrato é preferivelmente um substrato de fluxo transpassante, mas pode também ser um substrato de filtro. Os substratos de escoamento têm preferivelmente uma estrutura alveolar com diversos canais de paredes finas pequenas paralelas que correm axialmente através do substrato e prolongando-se ao longo do substrato. Se o substrato é um substrato de filtro, que é preferivelmente um filtro monólito de parede de fluxo. Os canais de um filtro de parede de fluxo são alternadamente bloqueados, que permitem que um fluxo de gás de escape introduza um canal a partir da entrada, e então flua através das paredes do canal, e saia do filtro a partir de um canal diferente que conduz à saída. As partículas na corrente de gás de escape são, desta forma, presas no filtro.

[0014] O catalisador sobre os substratos catalisados é tipicamente adicionado ao substrato como um revestimento lavável que compreende tipicamente um certo número de componentes, incluindo um ou mais óxidos inorgânicos e um ou mais metais. O óxido inorgânico inclui mais comumente óxidos de Grupos 2, 3, 4, 5, 13 e 14 elementos. Óxidos inorgânicos úteis têm preferivelmente as áreas de superfície na gama de 10 a 700 m<sup>2</sup>/g, volumes de

poro na gama de 0,1 a 4 mL/g, e diâmetros de poros de cerca de 10 a 1000 Angstroms. O óxido inorgânico é preferivelmente de alumina, sílica, titânia, zircônia, nióbio, óxidos de tântalo, óxidos de molibdênio, óxidos de tungstênio, óxidos de terras raras (em particular, céria ou óxido de neodímio), ou óxidos mistos ou óxidos de compostos de quaisquer dois ou mais dos mesmos, por exemplo sílica-alumina, óxido de cério-zircônia ou de alumina-zircônia-céria, e também pode ser um zeólito.

[0015] O um ou mais metais incluem tipicamente um ou mais metais do grupo da platina (PGM), preferivelmente platina, paládio e/ou ródio. O um ou mais metais também podem incluir óxidos de metais, tais como óxidos de metais alcalino-terrosos (tais como bário, cálcio, estrôncio e magnésio), metais alcalinos (tal como potássio, sódio, lítio e césio), os metais terrosos raros (tais como lantânio, ítrio, praseodímio e neodímio), ou suas combinações, bem como carbonatos de metais, sulfatos de metal, dos nitratos de metal, acetatos de metal, e hidróxidos de metal.

[0016] Embora qualquer substrato catalisado pode ser utilizado na presente invenção, o substrato catalisado é preferivelmente um catalisador de oxidação diesel (DOC).

[0017] DOC componentes são bem conhecidos na arte. DOCs são projetados para oxidar CO aos hidrocarbonetos CO<sub>2</sub> e gás de fase (HC) e uma fracção orgânica de partículas diesel (fracção orgânica solúvel) em CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O. DOC típicos incluem componentes de platina e, opcionalmente, também de paládio sobre um suporte de óxido inorgânico de área superficial elevada, tal como alumina, sílica-alumina e de um zeólito.

[0018] O substrato catalisado tem um volume total. Os volumes totais típicos para o substrato catalisado são desde cerca de 1,0 até cerca de 15 L. A região não catalisada do substrato catalisado compreende, preferivelmente menos do que 50% do volume total fora do substrato catalisado, mais preferivelmente menos do que 25 por cento do volume total do substrato

catalisado, e ainda mais preferivelmente menos do que 10 por cento do volume total do substrato catalisado.

[0019] A região não catalisada do substrato catalisado pode ser uma região não revestida do substrato, por exemplo uma região de apenas o substrato nu, mas preferivelmente, a região não catalisada é uma parte do substrato que é revestido com um revestimento lavável inerte. Um revestimento lavável inerte não contém metais cataliticamente ativo (por exemplo, PGM ou outros metais de transição) para catalisar a oxidação de hidrocarbonetos ou monóxido de carbono. Preferivelmente, o revestimento lavável inerte irá consistir de um ou mais óxidos inorgânicos tais como alumina, sílica, titânia, zircônia, nióbia, óxidos de terras raras (em particular, céria ou óxido de neodímio), ou misturados óxidos ou óxidos de compostos de quaisquer dois ou mais dos mesmos, por exemplo sílica-alumina, óxido de cério-zircônia ou de alumina-zircônia-céria, e pode também ser um zeólito.

[0020] O uso de um revestimento lavável inerte para a região não catalisada pode ser preferível, uma vez que pode dar massa térmica mais igual das regiões não catalisadas e catalisadas para aumentar a precisão da temperatura diferencial transitória. O uso de um revestimento lavável inerte para a região não catalisada pode também resultar em uma contrapressão mais igual das duas regiões para dar ao fluxo uma mais distribuição uniforme.

[0021] Tipicamente, o substrato catalisado tem uma extremidade de entrada e uma extremidade de saída, com um comprimento axial que se estende a partir da extremidade de entrada para a extremidade de saída. A região não catalisada se estende preferivelmente desde a extremidade de entrada do substrato catalisado ao longo de uma parte do comprimento axial do substrato catalisado. Mais preferivelmente, a região não catalisada se estende a partir da extremidade de entrada do substrato catalisado por cerca de 50% ou menos do comprimento axial do substrato catalisado.

[0022] Em uma modalidade, a região não catalisada se estende ao

longo de 100 por cento do comprimento radial do substrato catalisado. Preferivelmente, quando a região não catalisada se estende ao longo de todo o comprimento radial do substrato catalisado, o sistema de escape vai ainda compreender um catalisador de oxidação adicional localizado a jusante do substrato catalisado. Este catalisador de oxidação adicional pode ser um catalisador de oxidação de diesel, mas é preferivelmente um filtro de fuligem catalisado (CSF). Um filtro de fuligem catalisada (LCR) é um substrato de filtro, que é revestida com um catalisador de composição e função semelhante a um DOC. Também pode auxiliar na combustão do material particulado do diesel. Os componentes do catalisador CSF típicos incluem platina, paládio, e um óxido inorgânico de elevada área superficial.

[0023] O catalisador de oxidação adicional a jusante do substrato catalisado pode ser útil para limpar as emissões de (por exemplo, hidrocarbonetos e CO), que passaram através da região não catalisada sem ser oxidado.

[0024] Em uma modalidade alternativa, uma segunda região catalisada que possui uma temperatura de luz de saída muito mais elevada pode ser usado no lugar da região não catalisada. Isto é conseguido, por exemplo, usando uma segunda região catalisada que tem muito mais baixo carregamento PGM, em comparação com a região catalisada do substrato catalisado. Uma potencial vantagem desta modalidade é que as emissões que passam através deste catalisada segunda região a temperaturas mais elevadas serão convertidas, mas não iria produzir exotermia significativa durante as condições necessárias para a medição OBD, de modo a não interferir com OBD.

[0025] O substrato catalisado pode ser produzido por quaisquer meios convencionais. Por exemplo, revestimento diferencial para criar um substrato catalisado que consiste de uma região catalisada e uma região não catalisada pode ser conseguida por um meio de contenção que pode ser moldada para

áreas em branco fora do substrato, de modo que o revestimento não é efetuado nessas áreas, mas únicas áreas que não são bloqueados pelos meios de contenção. Além disso, os meios de confinamento podem ser dividido internamente para separar líquidos diferentes para o revestimento, ou partes do mesmo podem ser postos fora de prevenir revestimento.

[0026] O sistema de diagnóstico a bordo da invenção compreende também um primeiro sensor e um segundo sensor. O primeiro sensor está localizado no interior da região catalisada do substrato catalisado. O segundo sensor está localizado no interior da região não catalisada do substrato catalisado. Sensores úteis no sistema de diagnóstico a bordo da invenção incluem sensores termais, sensores de hidrocarbonetos, sensores de oxigênio, sensores lambda, sensores de óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) e sensores de monóxido de carbono. Os sensores termais, tais como um termopar, são particularmente preferidos.

[0027] Preferivelmente, o primeiro sensor e o segundo sensor estão localizados em um comprimento semelhante ao longo do comprimento axial do substrato catalisado. Mais preferivelmente, eles estão localizados dentro de cerca de uma polegada (2,54 cm) um do outro ao longo do comprimento axial do substrato catalisado, e ainda mais preferivelmente, estão localizados no mesmo comprimento ao longo do comprimento axial do substrato catalisado.

[0028] O sistema da invenção de diagnósticos a bordo é preferivelmente utilizado para detectar a deterioração potencial de um substrato catalisado localizado no sistema de escape. A capacidade do substrato catalisado para fazer a combustão de hidrocarbonetos e monóxido de carbono nos gases de escape é medido pela diferença entre os dois valores detectados gravados (por exemplo, temperatura), dando uma medição catalisador OBD direta por comparação da diferença para a diferença esperada para uma passagem e não catalisada do substrato.

[0029] Os valores detectados (por exemplo, temperatura, teor de CO)

do primeiro sensor e o segundo sensor pode ser medido de forma contínua, e se a diferença entre o primeiro valor detectado e o segundo valor detectada desce abaixo de um valor predeterminado isto provocaria um mau funcionamento luz indicadora (MIL) para indicar que o desempenho do substrato catalisado tenha caído abaixo de um nível definido. Por exemplo, como um substrato catalisado deteriora no desempenho, a temperatura medida da região catalisada irá começar a aproximar a temperatura medida da região não catalisada. À medida que a diferença em temperatura cai abaixo de um valor definido (por exemplo, diferença de temperatura de 10 ° C ou menos), em seguida, o substrato catalisado falhar o teste de diagnóstico.

[0030] A invenção também engloba um método para o diagnóstico a bordo do substrato catalisado em um sistema de escape para um motor de combustão interna. O método compreende a medição da temperatura (ou qualquer outro valor detectado, tais como a quantidade de O<sub>2</sub> ou quantidade CO) na região não catalisada no segundo sensor e a temperatura (ou qualquer outro valor detectado, tais como a quantidade de O<sub>2</sub> ou quantidade CO) na região catalisada pelo o primeiro sensor. A diferença de temperatura é calculada subtraindo-se a temperatura do segundo sensor da temperatura do primeiro sensor. Em seguida, determinou-se se o substrato catalisado passou ou falhou o teste de diagnóstico, comparando a diferença de temperatura para a diferença esperada para uma passagem e não substrato catalisador. Por exemplo, uma diferença de temperatura de mais de 10°C pode indicar um substrato catalisador passando, enquanto a diferença de temperatura de 10°C ou menos, pode indicar um substrato não catalisador.

[0031] No método da invenção, é preferível que o primeiro sensor e o segundo sensor estão localizados em um comprimento semelhante ao longo do comprimento axial do substrato catalisado. Mais preferivelmente, o primeiro sensor térmico será localizado dentro de uma polegada do segundo sensor de temperatura ao longo do comprimento axial do substrato catalisado;

e mais preferivelmente irá ser localizado ao mesmo comprimento axial. Embora o primeiro sensor térmico e segundo sensor térmico são preferivelmente localizados em um comprimento semelhante ao longo do comprimento axial do substrato catalisado, eles podem ser preferivelmente localizados em diferentes pontos sobre o próprio substrato, por exemplo, sobre o lado oposto do substrato a partir de uma outra.

[0032] Além disso, o método da invenção compreende ainda acionar uma luz indicadora de mau funcionamento, quando a diferença de temperatura (ou a diferença entre qualquer outro valor detectado, tal como a quantidade de O<sub>2</sub> ou quantidade CO) diminui abaixo de um valor predeterminado. O valor predeterminado é definido pela diferença de temperatura para um catalisador desativado. De um modo preferido, os dados de temperatura diferencial podem ser inseridos para um algoritmo que vai resumir-se ou, em média, a mudança de temperatura ao longo de um período de tempo. Dessa forma, a luz de mau funcionamento do indutor não será disparada por um ponto de dados errados.

[0033] Os exemplos seguintes ilustram meramente a invenção. Os peritos na técnica reconhecerão muitas variações que estão dentro do espírito da invenção e âmbito das reivindicações.

### EXEMPLOS DA INVENÇÃO

Exemplo 1: Preparação de DOC com regiões catalisadas e não catalisadas

[0034] Um substrato monolítico (118 mm de diâmetro e comprimento de 140 milímetros) é revestido com um estado da técnica de revestimento de DOC contendo platina e paládio (Pd: Pd = 2: 1), a uma carga de 35,71g/m<sup>3</sup> (50 g/ft<sup>3</sup>). A parte traseira do substrato é dosada com 50% do revestimento utilizando os procedimentos convencionais de revestimentos laváveis. A parte dianteira do substrato é dosada com os outros 50% do revestimento, com uma região de sem cobertura (mascarada) utilizando um protocolo convencional de revestimento de precisão de acordo com a primeira dose de produção de

DOC1.

#### Exemplo 2: Comparação de Testagem de Veículo

[0035] Testagem de veículo é realizado em um veículo Euro5 1.5L equipado com um DOC 1.5L (DOC1) e um CSF. DOC1 é avaliado sobre o Novo Ciclo de Condução Europeu (NEDC), com temperaturas de escape e as emissões medidas. Medições de emissões são realizadas em um banco de rolos de CVS equipado para medir as emissões modais de pré e pós-catalisador para todas as emissões regulamentadas. Dois termopares são adicionados ao sistema para medir as temperaturas do pré e do pós DOC de acordo com métodos convencionais. Além disso, o OBD da invenção é testado através da adição de dois termopares cuidadosamente posicionados no monólito à mesma distância (35 mm) a partir da face da frente e na mesma posição radial de 30 mm a partir dos lados. Um termopar está localizado na região convencionalmente revestida do monólito e o outro está localizado em uma região não revestida do monólito. DOC1 com os termopares de OBD é ilustrado na Figura 1A e a colocação da convenção de pré e pós-catalisador termopares é ilustrado na Figura 1B. Durante o teste, a diferença de temperatura entre um termopar montado em uma região não catalisada do DOC e um termopar montado em uma região catalisada em uma localização axial e radial semelhante é determinado; a diferença de temperatura entre as temperaturas de pré e pós catalisador também é medida. Além de testar catalisador DOC fresco, a atividade do DOC fresco é ajustada usando forno hidrotérmico de envelhecimento, a fim de comparar os perfis de temperatura de um fresco, envelhecido no fim da vida e DOC envelhecido de OBD.

[0036] Os resultados mostram que as diferenças de temperatura medida durante um ciclo NEDC "passivo" permite que a discriminação de DOC frescos e envelhecidos, utilizando o sistema OBD da invenção, em comparação com um sistema que coloca termopares a montante e a jusante do DOC. O sistema OBD da invenção mostra uma melhor resolução em ambas

mudanças de temperatura média ( $\Delta T$  méd.) e de temperatura de pico ( $\Delta T$  máx.), em comparação com o acompanhamento do volume DOC inteiro com termopares a montante e a jusante do DOC.

Tabela 1: Comparação do sistema da invenção com um sistema de sensor pré- e pós-térmico

	Sistema da Invenção		Sistema de Comparaçāo	
	$\Delta T$ Méd.	$\Delta T$ Máx.	$\Delta T$ Méd.	$\Delta T$ Máx.
DOC de COP	19,9	60	55,0	119
Fim da vida de DOC envelhecido	15,5	51	54,0	106
DOC envelhecido de OBD	9,6	29	50,3	106

## REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de diagnóstico a bordo para um sistema de escape de um motor de combustão interna, o sistema compreendendo:

um substrato catalisado tendo uma região catalisada e uma região não catalisada;

um primeiro sensor; e

um segundo sensor,

caracterizado pelo fato de que o substrato catalisado tem um volume total, e a região não catalisada tem um volume que é menor que 25 por cento do volume total, em que o primeiro sensor é localizado dentro da região catalisada do substrato catalisado e o segundo sensor é localizado dentro da região não catalisada do substrato catalisado, em que a região não catalisada se estende da extremidade de entrada do substrato catalisado para menos de 60% do comprimento axial do substrato catalisado.

2. Sistema de diagnóstico a bordo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o volume da região não catalisada é menor que 10 por cento do volume total do substrato catalisado.

3. Sistema de diagnóstico a bordo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o substrato catalisado tem uma extremidade de entrada e uma extremidade de saída, e um comprimento axial que se estende da extremidade de entrada até a extremidade de saída, e a região não catalisada se estende da extremidade de entrada do substrato catalisado ao longo da porção do comprimento axial do substrato catalisado.

4. Sistema de diagnóstico a bordo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente um catalisador de oxidação adicional localizado a jusante do substrato catalisado.

5. Sistema de diagnóstico a bordo de acordo com qualquer

uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a região não catalisada é revestida com uma composição de revestimento reativo inerte.

6. Sistema de diagnóstico a bordo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que o primeiro sensor e o segundo sensor são localizados em um comprimento similar ao longo do comprimento axial do substrato catalisado.

7. Sistema de diagnóstico a bordo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que o primeiro sensor e o segundo sensor são ambos sensores térmicos.

8. Sistema de diagnóstico a bordo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o primeiro sensor e o segundo sensor são ambos termopares.

9. Sistema de escape, caracterizado pelo fato de que compreende o sistema de diagnóstico a bordo como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 8.

10. Veículo, caracterizado pelo fato de que compreende um motor de combustão interna e o sistema de diagnóstico a bordo como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 8, ou o sistema de escape como definido na reivindicação 9.

11. Método para diagnóstico a bordo de um substrato catalisado em um sistema de escape para um motor de combustão interna, em que o substrato catalisado tem uma região catalisada e uma região não catalisada, em que o substrato catalisado tem um volume total, e a região não catalisada tem um volume que é menor que 25 por cento do volume total, um primeiro sensor é localizado dentro da região catalisada e um segundo sensor é localizado dentro da região não catalisada, em que a região não catalisada se estende da extremidade de entrada do substrato catalisado para menos de 60% do comprimento axial do substrato catalisado, o método caracterizado pelo fato de que compreende:

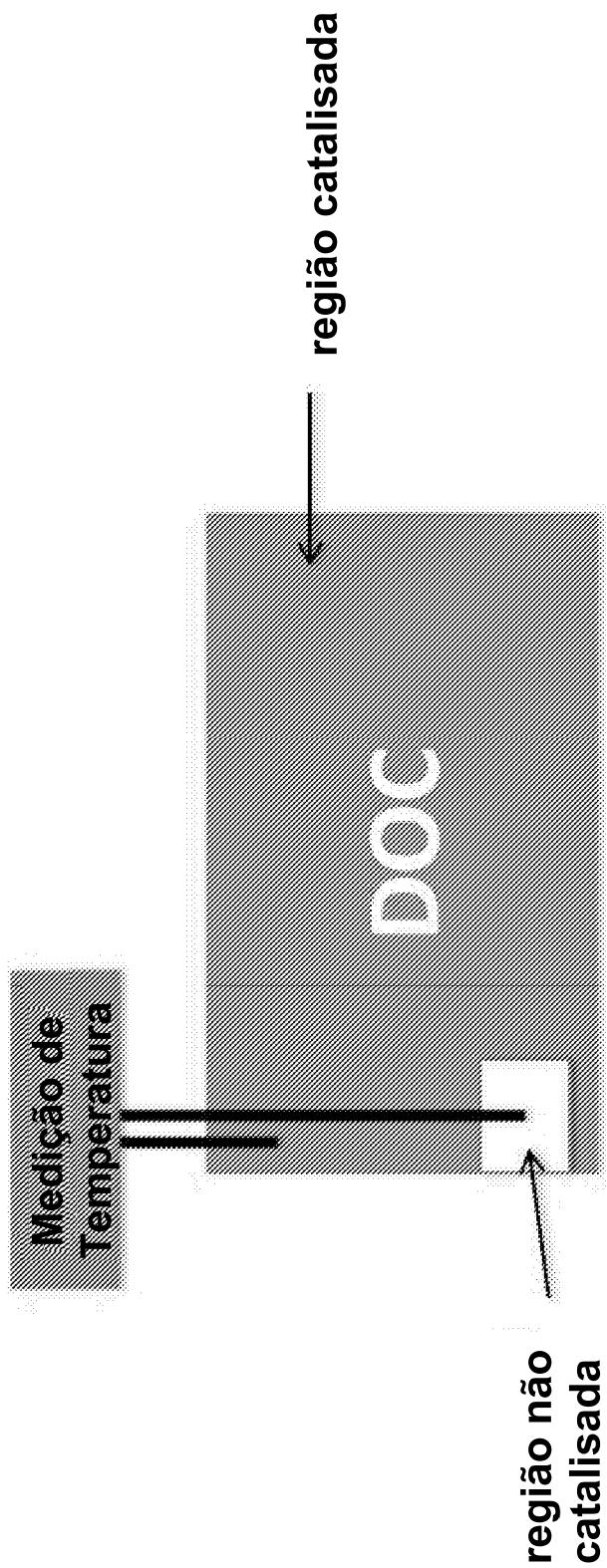
- (a) medir a temperatura da região catalisada no primeiro sensor e a temperatura da região não catalisada no segundo sensor;
- (b) calcular uma diferença na temperatura entre a temperatura da região catalisada e a temperatura da região não catalisada; e
- (c) determinar se o substrato catalisado foi aprovado ou reprovado no teste diagnóstico comparando a diferença de temperatura com a diferença esperada para um substrato catalisado aprovado ou reprovado.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o substrato catalisado tem uma extremidade de entrada e uma extremidade de saída, e um comprimento axial que se estende da extremidade de entrada à extremidade de saída, e o primeiro sensor térmico e o segundo sensor térmico são localizados em um comprimento similar ao longo do comprimento axial do substrato catalisado.

13. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 ou 12, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente disparar uma luz indicadora de mau funcionamento quando o substrato catalisado foi reprovado no teste diagnóstico após a comparação de diferença de temperatura.

14. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 13, caracterizado pelo fato de que usa o sistema de diagnóstico a bordo como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 8.

**Figura 1A: OBD de Exemplo**



**Figura 1B: OBD de Comparação**

