



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

(11) PI 0418938-8 B1

(22) Data do Depósito: 02/07/2004

(45) Data de Concessão: 27/10/2015
(RPI 2338)



(54) Título: DISPOSIÇÃO PARA CONTROLE DE PULSOS DE PRESSÃO DE EXAUSTÃO EM UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA

(51) Int.Cl.: F02M 25/07; F02B 27/00

(73) Titular(es): VOLVO LASTVAGNAR AB

(72) Inventor(es): PERSSON, PER

" DISPOSIÇÃO PARA CONTROLE DE PULSOS DE PRESSÃO DE
EXAUSTÃO EM UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA "

CAMPO TÉCNICO DA PRESENTE INVENÇÃO

5 A presente invenção se refere a uma disposição para controle de pulsação de pressão de exaustão em um motor de combustão interna em concordância com o preâmbulo da reivindicação de patente independente 1 posteriormente.

10 PANORAMA DO ESTADO DA TÉCNICA DA PRESENTE INVENÇÃO

O motor a diesel é conhecido pela confiabilidade operacional e pelo baixo consumo de combustível, mas não produz tão baixas emissões quanto, por exemplo, um motor a gasolina proporcionado com um catalisador de três vias. Uma
15 maneira de melhorar as emissões a partir de um motor a diesel é montar um filtro de partícula que filtra fuligem e partículas a partir dos gases de exaustão e/ou do sistema de pós-tratamento de NO_x . Estes filtros são usualmente muito efetivos e coletam tanto grandes partículas e quanto
20 pequenas partículas. Para prevenir que o filtro venha a se tornar cheio de fuligem e provocar uma maior queda de pressão para os gases de exaustão deixando o motor, a fuligem deve ser queimada. Um método é o de que esta fuligem seja queimada pelos óxidos de nitrogênio contidos
25 em gases de exaustão de diesel. Neste caso, a porção dos óxidos de nitrogênio que toma a forma de NO_2 pode oxidar a fuligem dentro do intervalo de temperatura em torno de 250 °C até 400 °C, mas este processo leva um tempo relativamente longo e necessita ser mais ou menos constantemente ativo
30 até mesmo se existe um catalisador de oxidação antes do

filtro ou se o filtro em si mesmo está coberto com uma camada catalítica. Um outro método para oxidação de fuligem acumulada no filtro de partícula é aquecer o filtro para em torno de **600 °C - 650 °C**, de maneira que o excesso de oxigênio O_2 a partir da combustão de *diesel* pode oxidar a fuligem diretamente, o que é um processo rápido. Fuligem acumulada ao longo de muitas horas de tempo de operação pode ser oxidada para fora em um tempo da ordem de **5 minutos** até **10 minutos**. A temperatura de exaustão de um motor a *diesel* normalmente nunca alcança **600 °C - 650 °C**, particularmente depois de uma unidade turbo por intermédio da qual a turbina extrai potência (energia) a partir do fluxo de exaustão e provoca uma queda de temperatura. Não é unusual que a temperatura de exaustão depois da turbina da unidade turbo seja com frequência mais baixa do que **250 °C**, uma temperatura na qual um catalisador de oxidação não funciona. Existem diversas medidas especiais para temporariamente aumentar a temperatura de exaustão de um motor a *diesel*.

Regeneração de uma armadilha (peneira) de **NO_x** ou de um catalisador de **NO_x** requer hidrocarboneto, por exemplo, na forma de combustível que pode por exemplo ser suprido pela pós-injeção para um ou mais cilindros.

Alguns entre os mais modernos motores a *diesel* estão com frequência equipados com recirculação de gás de exaustão (**EGR**) para reduzir emissões de óxidos de nitrogênio. A combinando deste sistema com filtros de partícula e/ou pós-tratamento de **NO_x** pela assim chamada armadilha de **NO_x** ou pelo assim chamado catalisador de **NO_x** introduz complicações. Quando é desejado adotar medidas

intencionadas, por exemplo, para aumentar a temperatura do fluxo de exaustão, não existe nenhum ponto em aumentar a temperatura de exaustão no fluxo de **EGR**, na medida em que este passa através do refrigerador de **EGR**, por intermédio do que o calor de exaustão aumentado aumenta a carga sobre o refrigerador de **EGR** sem vindo a ser utilizado de qualquer maneira positiva, mas resultando mais provavelmente no consumo de combustível vindo a ser um pouco aumentado devido para o aumento na temperatura de exaustão. Existem, conseqüentemente, ganhos a serem feitos levando-se em consideração o consumo de combustível pela canalização de temperaturas de exaustão aumentadas para o sistema de exaustão, mas prevenindo este aumento de temperatura nos gases de exaustão vindo a ser recirculados na forma de **EGR** refrigerado. Um aumento deliberado nas temperaturas de exaustão dos diversos cilindros pode ser conseguido, por exemplo, pelo consumo rotineiro sendo retardado e/ou pós-injeção sendo efetuada de uma maneira tal que o combustível extra adicionado seja queimado, mas somente contribuindo em uma pequena extensão para o trabalho de expansão nos cilindros.

A temperatura do fluxo de exaustão antes do filtro de partícula pode ser aumentada para $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $650\text{ }^{\circ}\text{C}$ pela oxidação do (queima do) combustível no catalisador de oxidação montado antes do filtro de partícula. Este combustível pode ser injetado na linha de exaustão exatamente antes do catalisador, ou injeção extra pode ser efetuada no cilindro, mas dentro de um intervalo de ângulo de eixo de manivela no qual as condições para o combustível entrar em ignição no cilindro não estão completamente

preenchidas. Este é, por exemplo, o caso quando o combustível é injetado para o cilindro durante a última parte do curso de expansão ou durante o curso de exaustão, assim chamada pós-injeção retardada (em atraso). Se o combustível é injetado para o cilindro, o mesmo equipamento de injeção pode preferivelmente ser utilizado como para a injeção rotineira de combustível. Isto evita o custo e as complicações de um adicional injetor extra para o combustível que está para ser oxidado no catalisador de oxidação. Se o combustível extra é suprido pela pós-injeção retardada em todos os cilindros e o motor ao mesmo tempo utiliza realimentação de gases de exaustão para a entrada (admissão) de (**EGR**), isto significando aquela parte do combustível não queimado intencionado para o catalisador alcançar o circuito de **EGR** e os dutos de entrada. Qualquer combustível vaporizado quando deixando os cilindros durante o curso de exaustão, mas mais tarde refrigerado em um refrigerador de **EGR** pode ser condensado e parte do líquido resultante pode possivelmente se acumular em recessos / bolsas durante determinados modos de operação. Quando o modo de operação de motor subseqüentemente muda e o fluxo de gás muda, o líquido acumulado pode possivelmente acompanhar o fluxo de gás momentaneamente e imediatamente adentrar um ou mais cilindros de uma maneira descontrolada. Isto determina geração para comportamento descontrolado do motor e pode provocar sérios acidentes e/ou danos. Combustível que não se condensa, mas passa através do refrigerador de **EGR** e dos dutos de entrada em uma forma vaporizada também determina geração para condições de combustão alteradas. Em um motor a *diesel*, o combustível

deveria de fato não chegar ao mesmo tempo em que o ar de admissão (de entrada), na medida em que regulagem de suprimento de combustível deveria ser determinada pelo sistema de injeção. Até mesmo um pequeno vazamento no
5 circuito de **EGR** pode se tornar muito evidente se combustível condensado começa a gotejar para fora através do vazamento.

Estes efeitos adversos devidos para o combustível no circuito de **EGR** podem ser prevenidos tanto pelo fechamento
10 do circuito de **EGR** quando pós-injeção retardada acontece, ou quanto, alternativamente, como uma consequência do nível de **NO_x** aumentando a partir da combustão, aplicando pós-combustão retardada somente em cilindros cuidadosamente selecionados em combinação com projeto do *manifold* de
15 exaustão de uma maneira tal que os gases de **EGR** são somente tomados a partir de cilindros que não possuem pós-injeção retardada. A patente norte americana número **US 5.987.884** e a patente norte americana número **US 6.141.959** descrevem como um sistema de exaustão dividido em **duas** porções,
20 combinado com pós-injeção retardada em determinados cilindros projetados, pode evitar os problemas anteriormente mencionados provocados pelo combustível no circuito de **EGR**. O método de divisão de um sistema de exaustão em **duas** porções usualmente significa que o sistema
25 de exaustão é mais dispendioso para manufaturar e requer mais espaço para instalação do mesmo.

APRESENTAÇÃO DA PRESENTE INVENÇÃO

Um objetivo da presente invenção é, conseqüentemente,
30 o de proporcionar uma disposição em um motor de combustão

interna que evita os efeitos sobre o fluxo no circuito de **EGR** que são provocados por recursos para regeneração de uma unidade de pós-tratamento de exaustão situada no sistema de exaustão até mesmo no caso de sistemas de exaustão nos
5 quais todos os gases de exaustão são coletados em um e o mesmo duto integralmente exterior para os canais de exaustão de cada cilindro. Um objetivo adicional da presente invenção é o de proporcionar pulsos de pressão uniformes em ambas as saídas de exaustão do *manifold* de
10 exaustão e em sua saída de **EGR**.

Para esta finalidade, uma disposição em concordância com a presente invenção está **caracterizada pelo fato** de que apresenta as características indicadas pelo preâmbulo
15 caracterizante da **reivindicação de patente independente 1** posteriormente. Esta disposição proporciona completa separação de gás de regeneração a partir de gás de **EGR**, sem medidas dispendiosas ou consumidoras de espaço.

Variações vantajosas da presente invenção estão
20 apresentas nas **reivindicações de patente dependentes** posteriormente aqui estabelecidas.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS DA PRESENTE INVENÇÃO

A presente invenção irá ser descrita em maiores
25 detalhes posteriormente, com referência para as **Figuras** que estão mostradas nos **desenhos** acompanhantes, nos quais:

A **Figura 1** esquematicamente representa um motor de combustão interna com um circuito de **EGR** e com uma unidade de pós-tratamento de exaustão de regeneração em
30 concordância com a presente invenção;

A **Figura 2** esquematicamente representa um *manifold* de exaustão em concordância com uma primeira concretização da presente invenção;

A **Figura 3** de uma maneira correspondente representa um
5 *manifold* de exaustão em concordância com uma segunda concretização do *manifold* de exaustão em concordância com a presente invenção;

A **Figura 4** é um diagrama representando a pressão na saída de turbina do *manifold* de exaustão; e

10 A **Figura 5** é um diagrama representando a pressão na saída do *manifold* de exaustão para o circuito de **EGR**.

As **Figuras** são somente representações esquemáticas e a presente invenção não está limitada para estas
15 concretizações específicas.

DESCRIÇÃO DE EXEMPLOS DE CONCRETIZAÇÕES DA PRESENTE INVENÇÃO

O motor de combustão interna **(10)** esquematicamente
20 representado na **Figura 1** compreende um bloco de motor **(11)** com **seis** pistões-cilindros **(12)** com um *manifold* de admissão (entrada) **(13)** e um *manifold* de exaustão **(14)**. Gases de exaustão são conduzidos por intermédio de uma passagem de exaustão **(15)** para a roda de turbina **(17)** de uma unidade
25 turbo **(16)**. O eixo de turbina **(18)** traciona a roda de compressor **(19)** da unidade turbo **(16)** que comprime ar chegando por intermédio de uma passagem de admissão **(20)** e passa por esta por intermédio de um refrigerador de ar de carga **(21)** para o *manifold* de admissão **(13)**. Combustível é
30 suprido para os respectivos cilindros **(12)** por intermédio

de (não representados) dispositivos de injeção.

Gases de exaustão que tinham passado através da unidade turbo (16) são conduzidos para a atmosfera por intermédio da linha de exaustão (22), que conduz os gases de exaustão através de um dispositivo de regeneração para pós-tratamento de exaustão, por exemplo, uma armadilha de partícula ou uma armadilha de NO_x (23). A regeneração da armadilha de partícula é efetuada pelo suprimento de combustível não queimado a partir de qualquer dos cilindros (12), por exemplo, pela assim chamada "pós-injeção", que pela oxidação do combustível no catalisador a montante a partir do filtro de partícula eleva a temperatura na armadilha de partícula suficientemente para que fuligem na última venha a sofrer ignição e ser queimada para fora.

Gases de exaustão são também conduzidos de volta para a lateral de admissão do motor por intermédio de um conduto (24) o assim chamado gás de *EGR*, de maneira a reduzir a descarga de óxidos de nitrogénio a partir do motor pela tecnologia conhecida. Esta linha compreende uma válvula (25) servindo tanto como uma válvula de via única ou quanto como uma válvula de controle para regulagem do fluxo de *EGR*. Existe também um refrigerador (26) para refrigeração dos gases de *EGR*.

A válvula (25) está conectada para a unidade de controle de motor (27) compreendendo programas de controle e dados de controle para controle do motor sobre o fundamento de dados de entrada. A unidade de controle de motor (27) está, por exemplo, conectada para um sensor (28) que detecta velocidade de motor.

Aqui posteriormente se segue uma descrição de como a admissão de combustível não queimado para o circuito de **EGR** é prevenida apesar do sistema de exaustão não estar dividido em **duas** porções separadas e apesar de todos os gases de exaustão serem coletados em um e o mesmo duto integralmente exterior para os canais de exaustão de cada cilindro. A pressuposição é um motor de **seis** cilindros com seqüência de ignição convencional de **1-5-3-6-2-4**. Isto também se aplica para um assim chamado motor **V6** compreendendo um banco de cilindros de **três** cilindros sobre uma lateral da metade do motor e um banco de cilindros de **três** cilindros sobre a outra lateral da metade do motor, os **dois** bancos de cilindros estando conectados pelos *manifolds* de exaustão.

A seqüência de ignição que se aplica para um motor usual de **seis** cilindros em linha reta resulta nos pulsos de exaustão dos diversos cilindros chegando alternativamente a partir da metade de motor dianteira (cilindros **1, 2, 3**) e a partir da metade de motor traseira (cilindros **4, 5, 6**). Com uma configuração **V6**, os pulsos de exaustão chegam alternativamente a partir do banco de cilindros à esquerda e a partir do banco de cilindros à direita.

No *manifold* de exaustão de um motor de **seis** cilindros proporcionado com uma unidade turbo com geometria de turbina variável (**VTG** - *Variable Turbine Geometry*), os gases de exaustão são em sua maior parte rotineiramente conduzidos juntamente a partir de todos os **seis** cilindros, na medida em que uma turbina **VTG** usualmente não possui parede de divisão. Uma unidade turbo para um motor de **seis** cilindros com turbina fixada com freqüência possui uma

parede de divisão, caso no qual esta parede de divisão está combinada com um *manifold* de exaustão que separa os gases de uma maneira tal que pulsos de exaustão alternados acontecem em uma metade e os outros pulsos de exaustão na
5 outra metade. Entretanto, este tipo de disposição de pulso de exaustão separado não é empregado em combinação com uma turbina que não possui parede de divisão, por exemplo, uma turbina **VTG**.

Um *manifold* de exaustão que coleta os gases de
10 exaustão a partir de todos os **seis** cilindros sem qualquer parede de divisão para separar pulsos de exaustão alternados pode estar proporcionado com saída de **EGR** em uma extremidade externa da extensão do motor, e a extração de turbina pode estar situada preferivelmente na outra
15 extremidade da extensão do *manifold* de exaustão. Para um tal *manifold* de exaustão, os pulsos de pressão podem parecer **seis** aproximadamente iguais pulsos de pressão independentemente de se uma extremidade está sangrada por uma saída para **EGR**, até mesmo para fluxos de **EGR** da ordem
20 de 10 % até 50 % ($\text{fluxo de massa}_{EGR} / [\text{fluxo de massa}_{EGR} + \text{fluxo de massa}_{\text{exaustão}}]$). Se um tal *manifold* de exaustão separa os fluxos de exaustão a partir de **duas** metades (dianteira/traseira) do motor enquanto **EGR** é sangrado a partir de somente **uma** metade, o resultado é pulsação de
25 pressão desigual (vacilante), isto é, pulsos de pressão significativamente mais fortes na metade que supre somente a turbina com gases de exaustão do que os pulsos de pressão prevalecendo na metade que supre fluxo de gás tanto para o circuito de **EGR** e quanto para a turbina.

Pulsção de pressão desigual é menos vantajosa para a turbina, com o resultado de que a turbina opera em uma faixa de trabalho de eficiência mais baixa. Tal separação provoca que o circuito de **EGR** venha a receber somente **três** 5 pulsos de exaustão em **duas** revoluções de motor completas (um ciclo de trabalho de **quatro** cursos completos), o que é desvantajoso quando comparado com **seis** pulsos menores, na medida em que, quando os gases de exaustão requerem misturação com ar fresco antes da realimentação de gases 10 serem conduzidos para a tubulação de admissão do motor, a mistura de gás necessita ser tão homogênea quanto possível tanto espacialmente e quanto cronologicamente [um fluxo de pulsção esparso resulta em variações de conteúdo de **EGR** como uma função de ângulo de eixo de manivela, provocando 15 que os **seis** diferentes cilindros venham a ser preenchidos com gás a partir da caixa de admissão com um conteúdo de **EGR** que varia dependendo de se o fluxo de **EGR** é adicionado para o ar fresco por **três** ou **seis** pulsos durante um ciclo de trabalho completo (**duas** revoluções de motor)]. Em outras 20 palavras, é vantajoso tanto para a turbina e quanto para a função de **EGR** quando existem **seis** pulsos iguais mais provavelmente do que pulsção desigual. Estes **seis** pulsos iguais estão preferivelmente proporcionados pelo fluxo de exaustão a partir dos **seis** diferentes cilindros sendo 25 conduzidos juntamente sem quaisquer tubulações longas e sem paredes de divisão separando os fluxos de exaustão a partir dos diferentes cilindros.

Um exemplo está descrito posteriormente de como um *manifold* de exaustão satisfaz todos os requerimentos 30 anteriormente mencionados de maneira a evitar adição de

combustível não queimado a partir de pós-injeções retardadas e/ou gases de exaustão deliberadamente aquecidos para o circuito de **EGR**, e ao mesmo tempo de maneira a proporcionar **seis** pulsos de pressão aproximadamente iguais para a turbina e para as saídas de **EGR** sobre o *manifold* de exaustão.

A **Figura 2** e a **Figura 3** esquematicamente representam dois diferentes exemplos de concretizações de um *manifold* de exaustão **(14)** com definições dos volumes parciais utilizados nas equações estabelecidas posteriormente. Por conseqüência, (V_{slag}) simboliza o volume de cada um dos cilindros **(12)**. (V_{port}) simboliza o volume do respectivo canal de exaustão na cabeça de cilindro **(29)** até para a ramificação individual **(30)** do *manifold* de exaustão **(14)**. (V_g) simboliza o volume das ramificações individuais **(30)** até para a porção comum do *manifold* de exaustão **(14)**. Esta porção comum do *manifold* de exaustão **(14)** está em si mesma dividida em um primeiro sub-volume coletivo (V_{s1}) que conecta ambos para **três** dos referidos volumes de ramificação (V_g) situados sobre uma lateral do *manifold* de exaustão **(14)** e para a saída **(31)** para o sistema de exaustão **(22)**, um segundo sub-volume coletivo (V_{s2}) que conecta ambos para pelo menos **um** dos outros volumes de ramificação (V_g) e para a saída **(32)** para o circuito de **EGR**, e um terceiro sub-volume coletivo (V_{saml}) que conecta ambos para os volumes de ramificação remanescentes e liga o primeiro sub-volume coletivo (V_{s1}) e o segundo sub-volume coletivo (V_{s2}) . O fluxo de massa através da saída **(31)** para o sistema de exaustão **(22)** está simbolizado como (m_{avg}) , e o

fluxo de massa através da saída **(32)** está simbolizado como (m_{egr}) .

A disposição em concordância com a presente invenção está fundamentada sobre cálculos de produção de cilindro de
5 fluxo de exaustão em **seis** diferentes admissões (entradas) (a partir dos respectivos cilindros) e **duas** diferentes saídas sobre o manifold de exaustão, cálculos que introduzem simulações avançadas de **CFD** (**CFD** - *Computational Fluid Dynamics* - Dinâmicas de Fluido Computacionais)
10 envolvendo a geometria do manifold de exaustão e do caminho de fluxo e de pressão durante um ciclo de trabalho completo do motor, isto é, **duas** revoluções de motor. Estas simulações avançadas não podem ser reproduzidas em detalhes para toda configuração de manifold de exaustão conceptível
15 possível, de maneira que o que é apresentado posteriormente é meramente uma representação aproximada grandemente simplificada, na forma de **duas** equações **(1)** e **(2)** para como diversos sub-volumes de manifold de exaustão, conteúdos de **EGR** e pulsos de pressão relacionados um para o outro com
20 uma visão para preenchimento completo da condição de prevenção da adição de combustível não queimado (pós-injeção retardada intencionada para sistemas de pós-tratamento) a partir de um ou mais dos **três** cilindros **1** até **3** em uma metade de um motor de **seis** cilindros, ou com uma
25 visão para deliberadamente assegurar que temperatura de exaustão aumentada a partir de um ou mais dos cilindros naquele grupo alcança somente a turbina (o sistema de pós-tratamento) e não o refrigerador de **EGR**. O circuito de **EGR** está conectado para o manifold de exaustão na vizinhança
30 dos cilindros **5** ou **6** na outra extremidade do motor.

As pressuposições são que:

$$\frac{\dot{m}_{egr}}{\dot{m}_{egr} + \dot{m}_{avg}} < 0,5$$

5 Quando qualquer dos cilindros 4, 5 ou 6 produz um pulso de exaustão, o circuito de **EGR** é considerado como estando suprido com gás a partir de qualquer um destes **três** cilindros. Para o circuito de **EGR** não ser suprido com gás a partir dos cilindros 1, 2 ou 3 quando estes produzem seus
10 pulsos de exaustão, as equações (1) e (2) necessitam estar completamente preenchidas:

$$\frac{(V_{sam1} + V_5/2 + V_6)}{V_{slag}} - \frac{\dot{m}_{egr} \cdot (1 + p_{max}/p_{min})}{(\dot{m}_{egr} + \dot{m}_{avg}) \cdot 4} > \frac{p_{max}}{p_{min}} \cdot \left(\frac{V_5/2 + V_6}{V_{slag}} \right)$$

(1)

$$\frac{V_{sam1}}{V_{slag}} > \frac{\dot{m}_{egr}}{\dot{m}_{egr} + \dot{m}_{avg}}$$

15 (2)

A equação (1) se refere para a situação em uma queda de pressão imediatamente depois de um pico de pressão (ver diagrama na **Figura 5**) provocada por um pulso de exaustão a
20 partir do cilindro 4, 5 ou 6.

Além do mais, a quantidade de gás em sub-volumes (V_{sam1}), (V_6) e ($V_5/2$) durante uma queda de pressão

$$(1a) P_{min} \cdot (V_{sam1} + V_5/2 + V_6)$$

é assumida ser suficiente para proporcionar o circuito de **EGR** com gás de **EGR**

(1b)

$$\frac{\dot{m}_{egr} \cdot V_{slag} \cdot (p_{min} + p_{max})}{(\dot{m}_{egr} + \dot{m}_{avg}) \cdot 2 \cdot 2}$$

a partir da queda de pressão para o próximo pico de
5 pressão. Neste pico de pressão provocado por um pulso de
exaustão a partir do cilindro **1**, **2** ou **3**, a quantidade de
gás

$$(1c) P_{max} \cdot (V_5/2 + V_6)$$

deve ser uma quantidade parcial do gás em (1a).

10

Nas equações (1a) e (1c), o volume (**V₄**) está omitido,
na medida em que este pode ser considerado como
parcialmente preenchido com gás a partir dos cilindros **1**
até **3** durante futura elevação de pressão devida para pulsos
15 de exaustão a partir dos cilindros **1** até **3**, enquanto que o
volume (**V₅**) está dividido por **dois** na medida em que somente
em uma pequena extensão irá ser preenchido com gás a partir
dos cilindros **1** até **3** durante futura elevação de pressão
devida para pulsos de exaustão a partir dos cilindros **1** até
20 **3**.

A partir do fundo do gráfico de pressão para o topo do
gráfico de pressão, o circuito de **EGR** é considerado como
consumindo **EGR** em concordância com (1b):

$$\frac{\dot{m}_{egr} \cdot V_{slag} \cdot (p_{min} + p_{max})}{(\dot{m}_{egr} + \dot{m}_{avg}) \cdot 2 \cdot 2}$$

25

onde a primeira divisão por **dois** é devida para metade de um pulso de pressão (**um doze avos** de um ciclo de trabalho completo) e a segunda divisão por **dois** é devida para média dos **dois** níveis de pressão (p_{\min}) e (p_{\max}).

5 Depois de diminuição por (p_{\min}) e (V_{slag}), o resultado é **(1a) - (1b) > (1c)**, a partir do qual a equação ilimitada **(1)** é derivada.

A equação **(2)** está intencionada para comparar a situação em uma baixa pressão depois de um pulso de
10 exaustão a partir do cilindro **4, 5** ou **6** com a situação em uma baixa pressão depois de um pulso de exaustão a partir do cilindro **1, 2** ou **3**.

Antes de um pulso de exaustão a partir de qualquer dos cilindros **1** até **3**, a quantidade de gás em **(2a)**:

$$15 \quad P_{\min} \cdot V_{\text{saml}}$$

deve ser maior do que a quantidade sangrada pelo circuito de **EGR** durante um pulso (**um sexto** de um ciclo de trabalho completo) em concordância com **(2b)**:

$$20 \quad V_{\text{slag}} \cdot P_{\min} \cdot \frac{\dot{m}_{\text{egr}}}{\dot{m}_{\text{egr}} + \dot{m}_{\text{avg}}}$$

Depois de diminuição por (V_{slag}) e (p_{\min}), o resultado é, conseqüentemente, **(2a) > (2b)**, a partir do qual a equação ilimitada **(2)** é derivada.

25 A numeração de cilindro utilizada anteriormente de **1** até **6** a partir da dianteira para a traseira pode, evidentemente, ser invertida, ou o manifold de exaustão **(14)** pode ser invertido de maneira que a saída para **EGR**

está situada na extremidade dianteira do motor e a saída de turbina está situada na extremidade traseira do motor (espelho inverso). Os cilindros 1 até 3 podem ser cilindros sobre uma lateral (banco) de um motor V6 e os cilindros 4 até 6 podem ser aqueles cilindros sobre a outra lateral (banco) de um motor V6.

Se a saída de EGR está realocada para uma posição entre a quarta ramificação e a quinta ramificação de exaustão em concordância com a Figura 3, a equação (1) é modificada para a equação (3).

No caso de um manifold de exaustão configurado em concordância com a Figura 3, a equação (3) estabelecida posteriormente, em combinação com a equação (2), governa como os diversos sub-volumes de manifold de exaustão, conteúdos de EGR e pulsos de pressão se relacionam um com o outro com uma visão para preenchimento completo da condição de prevenção da adição de combustível não queimado (pós-injeção retardada intencionada para um sistema de pós-tratamento) a partir de um ou mais dos três cilindros 1 até 3 em uma metade de um motor de seis cilindros, ou com uma visão para deliberadamente assegurar que a temperatura de gás de exaustão aumentada intencionada a partir de um ou mais dos cilindros de 1 até 3 venha a alcançar somente a turbina (o sistema de pós-tratamento) e não o refrigerador de EGR.

$$\frac{(V_{saml} + V_4/2 + V_6)}{V_{slag}} \frac{\dot{m}_{egr} \cdot (1 + p_{max}/p_{min})}{(\dot{m}_{egr} + \dot{m}_{avg}) \cdot 4} > \frac{p_{max}}{p_{min}} \cdot \left(\frac{V_4/2 + V_6}{V_{slag}} \right)$$

(3)

Cálculos de **CFD** (**CFD** - *Computational Fluid Dynamics* - Dinâmicas de Fluido Computacionais) com uma disposição de motor em concordância com a presente invenção correspondendo para a **Figura 2** resulta nas seguintes
5 relações proporcionais entre os gases de exaustão na saída de turbina **(31)** e na saída de **EGR (32)**, respectivamente:

A partir do cilindro **6**: **19,2 %** na saída de turbina, **80,8 %** na saída de **EGR**.

A partir do cilindro **5**: **34,8 %** na saída de turbina,
10 **65,2 %** na saída de **EGR**.

A partir do cilindro **4**: **45,8 %** na saída de turbina, **54,2 %** na saída de **EGR**.

A partir do cilindro **3**: **99,7 %** na saída de turbina, **0,3 %** na saída de **EGR**.

15 A partir do cilindro **2**: **99,6 %** na saída de turbina, **0,4 %** na saída de **EGR**.

A partir do cilindro **1**: **99,0 %** na saída de turbina, **1,0 %** na saída de **EGR**.

Conseqüentemente, a saída de **EGR (32)** não recebe mais
20 do que, no máximo, em torno de **1,0 %** dos gases de exaustão a partir cilindros de **1** até **3**, que pode conseqüentemente, ser utilizado na regeneração de, por exemplo, um filtro de partícula **(23)**, para suprimento de combustível não queimado pela pós-injeção por intermédio de injetores existentes.

25 A presente invenção não é para ser considerada como estando limitada para os exemplos de concretizações descritas anteriormente, mas, ao invés disso um número de variações e de modificações adicionais é conceptível dentro do escopo de proteção das **reivindicações de patente**
30 posteriormente estabelecidas.

REIVINDICAÇÕES

1. Uma disposição para controle de pulsação de pressão de exaustão de um motor de combustão interna (10) compreendendo seis cilindros (12), uma entrada (admissão) (13) para suprimento de ar para os cilindros (12), um manifold de exaustão (14) para entrega de gases de exaustão a partir dos cilindros (12), a referida disposição estando proporcionada com uma primeira saída (31) para um sistema de exaustão (22) e com uma segunda saída (32) para um conduto (24) para alimentação de gases de exaustão de volta, por intermédio de um circuito de *EGR*, a partir de pelo menos um dos cilindros (12) do motor de combustão interna (10) para referida entrada (13), pelo menos um dos cilindros (12) estando disposto para adição de recursos para regeneração de uma unidade de pós-tratamento de gás de exaustão (23) situada no sistema de exaustão (22), **caracterizada pelo fato** de que o referido manifold de exaustão (14) está projetado de maneira a compreender volumes de ramificação ($V_1 - V_6$) cada um pertencente para seu respectivo canal de cilindro, um primeiro sub-volume coletivo (V_{s1}) conectando ambos para três dos referidos volumes de ramificação situados sobre uma lateral do manifold de exaustão (14) e para a saída (31) para o sistema de exaustão (22), um segundo sub-volume coletivo (V_{s2}) conectando ambos para pelo menos um dos outros volumes de ramificação e para a saída para o circuito de *EGR*, e um

terceiro sub-volume coletivo (V_{sam1}) que conecta para os volumes de ramificação remanescentes e liga o primeiro sub-volume coletivo (V_{s1}) e o segundo sub-volume coletivo (V_{s2}), em que uma relação mútua entre o volume dos cilindros (12), o volume de *manifold* de exaustão (14) e o terceiro sub-volume coletivo (V_{sam1}), a proporção de fluxo de massa de *EGR* para o fluxo de massa de gases de exaustão e a proporção entre pressão máxima e pressão mínima em um fluxo de exaustão de pulsação, são tais que gás de *EGR* é separado do gás de regeneração no *manifold* de exaustão (14).

2. Uma disposição de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato** de que recursos para regeneração de uma unidade de pós-tratamento de exaustão (23) situada no sistema de exaustão compreendem hidrocarboneto não queimado adicionado no cilindro depois de combustão normal.

3. Uma disposição de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato** de que recursos para regeneração de uma unidade de pós-tratamento de exaustão (23) compreendem tanto combustão retardada ou quanto, depois de combustão normal, a adição de hidrocarboneto queimado para aumentar a temperatura de exaustão.

4. Uma disposição de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 3, **caracterizada pelo fato** de que a unidade de pós-tratamento de exaustão (23) constitui uma armadilha de partícula (23).

5. Uma disposição de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 3, **caracterizada pelo fato** de que a

unidade de pós-tratamento de exaustão (23) constitui uma armadilha de NO_x /catalisador de NO_x .

6. Uma disposição de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 5, **caracterizada pelo fato** de que o sistema de exaustão (22) compreende pelo menos uma unidade turbo (16) em si mesma compreendendo uma turbina (17) para absorção de energia a partir dos gases de exaustão e um compressor (18) para compressão do ar suprido para a entrada (13) do motor de combustão interna (10).

7. Uma disposição de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 6, **caracterizada pelo fato** de que o motor de combustão interna (10) toma a forma de um motor de seis cilindros em linha reta.

8. Uma disposição de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 6, **caracterizada pelo fato** de que o motor de combustão interna (10) toma a forma de um motor (V6).

9. Uma disposição de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 8, **caracterizada pelo fato** de que o segundo sub-volume coletivo (V_{s2}) se conecta para um dos outros volumes de ramificação.

10. Uma disposição de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 8, **caracterizada pelo fato** de que o segundo sub-volume coletivo (V_{s2}) se conecta para dois dos referidos outros volumes de ramificação.

DESENHOS

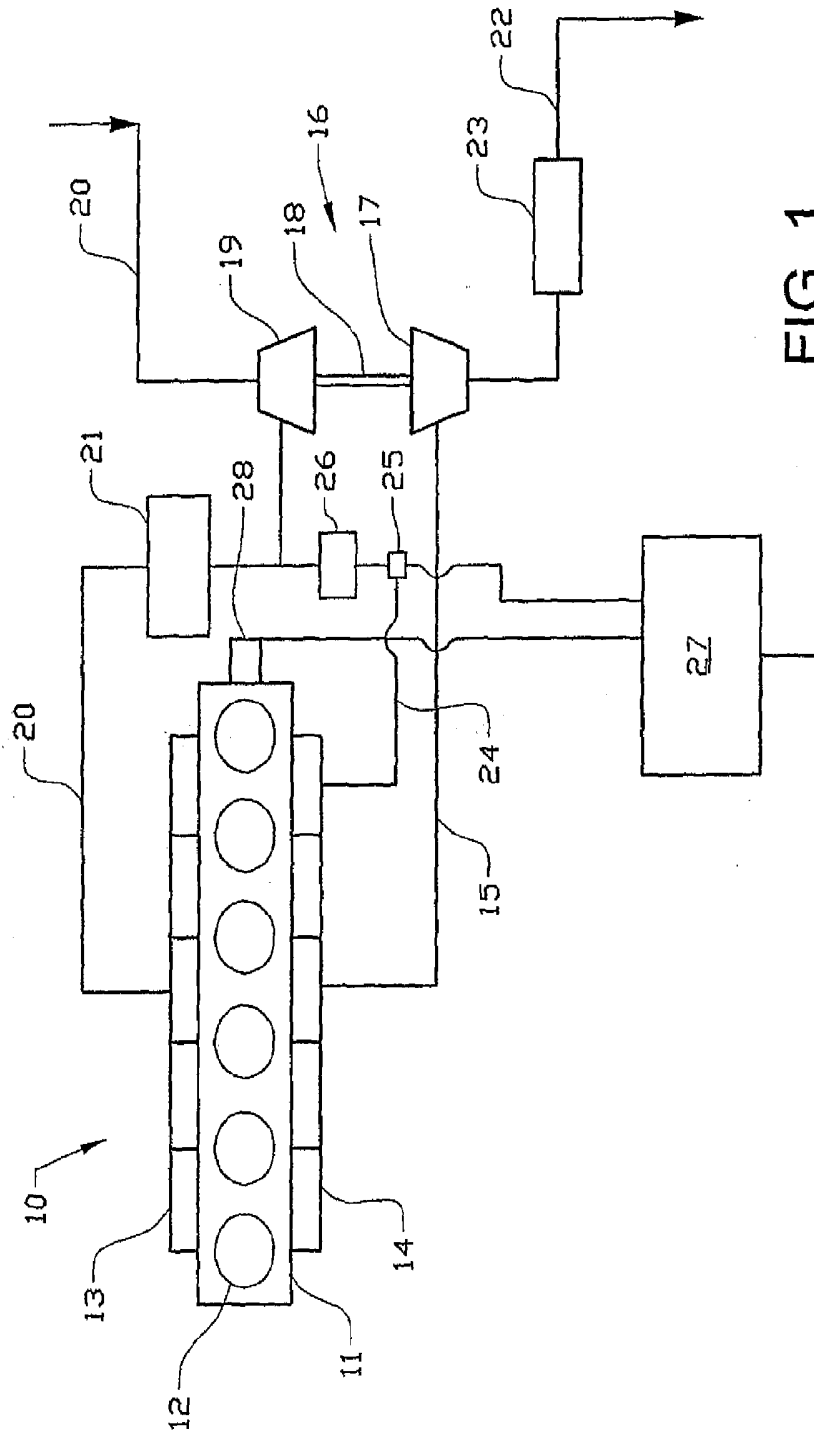
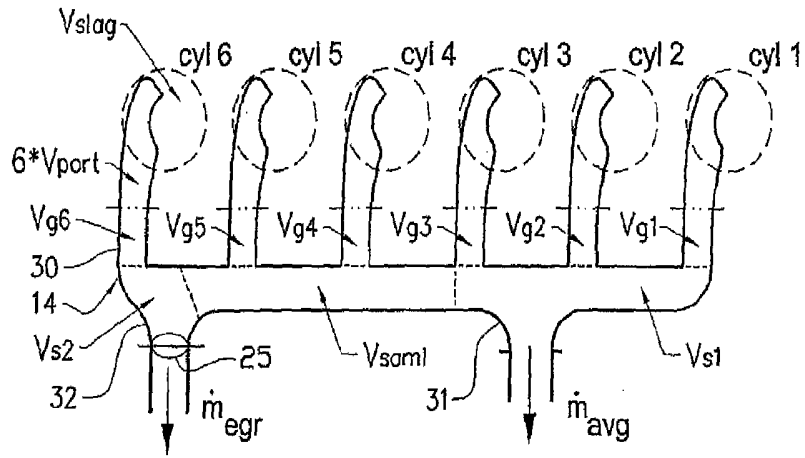


FIG. 1

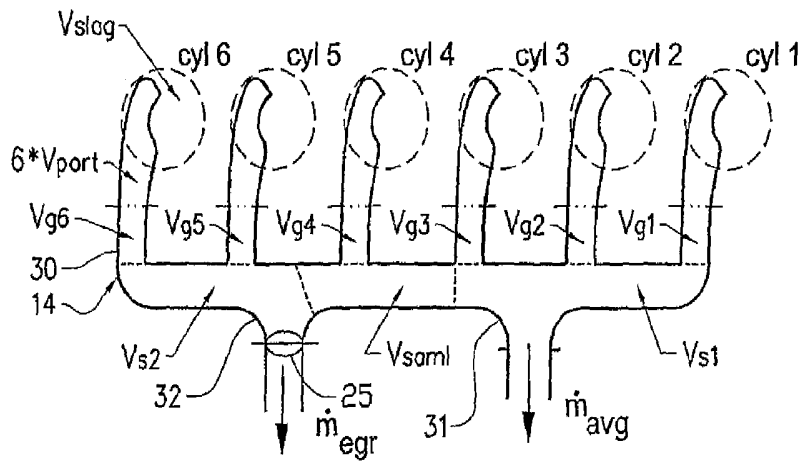


$$V_5 = V_{port} + V_{g5}$$

$$V_6 = V_{port} + V_{g6} + V_{s2}$$

$$V_{g6} \sim V_{g5} \sim V_{g4}$$

FIG. 2



$$V_4 = V_{port} + V_{g4}$$

$$V_6 = V_{port} + V_{g6} + V_{port} + V_{g5} + V_{s2}$$

$$V_{g6} \sim V_{g5} \sim V_{g4}$$

FIG. 3

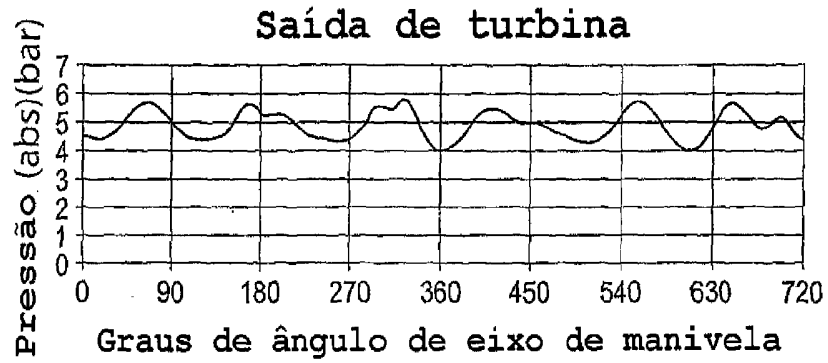


FIG. 4

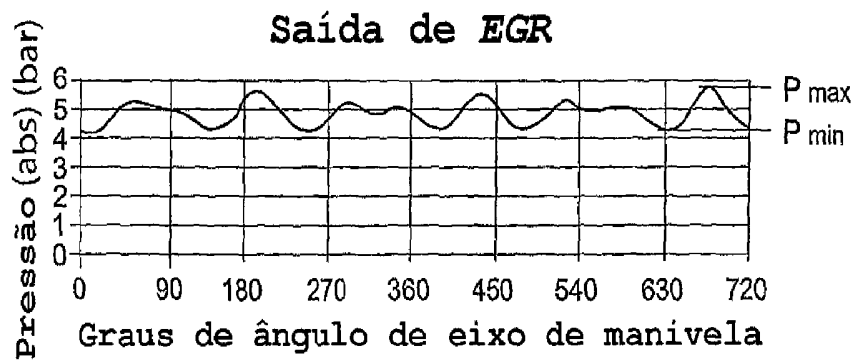


FIG. 5

RESUMO

" DISPOSIÇÃO PARA CONTROLE DE PULSOS DE PRESSÃO DE
EXAUSTÃO EM UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA "

5 A presente invenção se refere a uma disposição para controle de pulsação de pressão de exaustão em um motor de combustão interna (10) compreendendo seis cilindros (12). O motor de combustão interna (10) também compreende uma entrada (admissão) (13) para suprimento de ar para os
10 cilindros (12), e um *manifold* de exaustão (14) para entrega de gases de exaustão a partir dos cilindros (12). O *manifold* de exaustão (14) está proporcionado com uma primeira saída (31) para um sistema de exaustão (22) e com uma segunda saída (32) para um conduto (24) para
15 alimentação de gases de exaustão de volta, por intermédio de um circuito de **EGR**, a partir de pelo menos um dos cilindros (12) do motor de combustão interna (10) para referida entrada (13). Pelo menos um dos cilindros (12) está adaptado para enriquecimento dos gases de exaustão com
20 hidrocarboneto não queimado com uma visão para regeneração de uma unidade de pós-tratamento de gás de exaustão (23) situada no sistema de exaustão (22).

Em concordância com a presente invenção, a referida disposição para controle de pulsação de pressão de exaustão
25 em um motor de combustão interna (10) está **caracterizada pelo fato** de que apresenta uma configuração especial do *manifold* de exaustão (14) que resulta em separação de gás de regeneração a partir de gás de **EGR** no *manifold* de exaustão (14).