



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

(21) **PI0620685-9 A2**

(22) Data de Depósito: 11/12/2006
(43) Data da Publicação: 22/11/2011
(RPI 2133)



(51) *Int.Cl.:*
F02M 25/07

(54) Título: DISPOSIÇÃO E MÉTODO PARA RECIRCULAÇÃO DE GASES DE ESCAPAMENTO DE MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA

(30) Prioridade Unionista: 21/12/2005 SE 0502847-7

(73) Titular(es): Scania CV AB (PUBL)

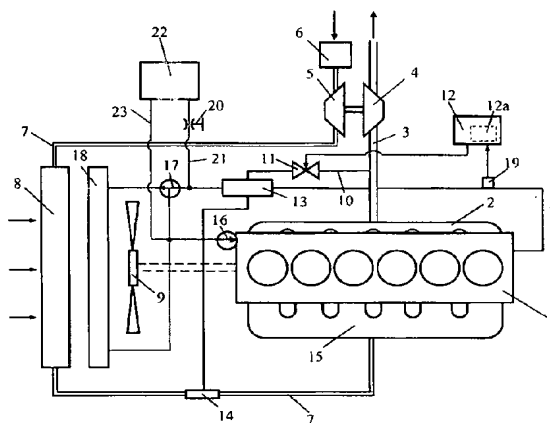
(72) Inventor(es): Hans Wikström

(74) Procurador(es): Alexandre Ferreira

(86) Pedido Internacional: PCT SE2006050572 de 11/12/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/073331 de 28/06/2007

(57) Resumo: DISPOSIÇÃO E MÉTODO PARA RECIRCULAÇÃO DE GASES DE ESCAPAMENTO DE MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA. A presente invenção refere-se a uma disposição e a um método para recirculação de gases de escapamento de um motor de combustão (1). A disposição compreende uma linha de retorno (10) que se estende de uma linha de escapamento (3) até uma linha de entrada (7) para fornecer ar ao motor de combustão (1), uma válvula EGR (11) que torna possível regular a proporção de gases de escapamento levada através da linha de retorno (10), uma unidade de controle (12) adaptada para controlar a válvula EGR (11) e um refrigerador EGR (13) destinado a resfriar os gases de escapamento na linha de retorno (10) por meio do sistema de resfriamento do motor de combustão (1). A unidade de controle (12) é adaptada para decidir se o refrigerante no sistema de resfriamento está a uma temperatura baixa demais e, se tal for o caso, para controlar a válvula EGR (11) de modo que uma proporção maior de gases de escapamento seja levada através da linha de retorno (10) e o refrigerante receba assim aquecimento adicional.





"DISPOSIÇÃO E MÉTODO PARA RECIRCULAÇÃO DE GASES DE
ESCAPAMENTO DE MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA"

Antecedentes da Invenção e Estado da Técnica

A presente invenção refere-se a uma disposição e
5 um método para recirculação dos gases de escapamento de um
motor de combustão interna de acordo com os preâmbulos das
reivindicações 1 e 8. A técnica chamada EGR (Recirculação de
Gases de Escapamento) é uma maneira conhecida de levar parte
dos gases de escapamento de um processo de combustão em um
10 motor de combustão de volta, por meio de uma linha de retor-
no, a uma linha de entrada para fornecimento de ar ao motor
de combustão. Uma mistura de ar e gases de escapamento é as-
sim fornecida aos espaços de combustão do motor por meio da
linha de entrada. A adição de gases de escapamento ao ar
15 provoca uma temperatura de combustão mais baixa que resulta,
inter alia, em um teor reduzido de óxidos de nitrogênio NO_x ,
nos gases de escapamento. Esta técnica é utilizada tanto em
motores Otto quanto em motores a diesel.

Linha de retorno para gases de escapamento compre-
20 ende usualmente componentes tais como uma válvula EGR, que
regula o fluxo de escapamento através da linha de retorno, e
um refrigerador EGR para resfriar os gases de escapamento
recirculantes. Um sistema de controle eletrônico controla a
válvula EGR de modo que uma proporção especificada de gases
25 de escapamento retorne e se misture com o ar na linha de en-
trada do motor de combustão. O resultado é um processo de
combustão substancialmente ótimo no motor de combustão, en-
quanto ao mesmo tempo a formação de emissões é substancial-

mente reduzida ao mínimo. O refrigerante do sistema de refrigeração do motor de combustão é em muitos casos utilizado no resfriamento dos gases de escapamento de retorno no refrigerador EGR. O refrigerante no sistema de resfriamento do motor de combustão é também comumente utilizado para aquecer os espaços de cabina no veículo. O refrigerante de um veículo tem assim uma série de funções. Para que estas funções sejam bem desempenhadas, é necessário que a temperatura do refrigerante esteja dentro de uma faixa específica, que pode ser de 80°C-100°C.

Sistemas de resfriamento convencionais compreendem usualmente um termostato, o qual impede que o refrigerante seja levado até o radiador quando está a uma temperatura baixa demais. Um aquecimento relativamente rápido do refrigerante no sistema de resfriamento é assim tornado possível, mas um aquecimento ainda mais rápido do fluido no radiador seria desejável, particularmente quando houver uma temperatura ambiente fria, de modo a se reduzir o tempo durante o qual o refrigerante é levado através do motor de combustão. Levar o refrigerante frio através do motor de combustão resulta no resfriamento excessivo do motor de combustão, que pode, *inter alia*, levar ao mau funcionamento do motor, maior ruído do motor, maior descarga de emissões e vida útil de funcionamento mais curta do motor de combustão. Quando há uma temperatura ambiente fria, um aquecimento mais rápido do refrigerante é também desejável de modo a permitir um aquecimento mais rápido do espaço de cabina do veículo. Com uma disposição convencional, pode ser difícil manter a tempera-

tura do refrigerante quando houver uma temperatura ambiente fria e durante os períodos de funcionamento em que o motor de combustão estiver rodando a uma carga baixa.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

5 É o objeto da presente invenção apresentar uma disposição e um método que tornam possível aquecer o refrigerante em um sistema de resfriamento muito rapidamente após a partida de um motor de combustão e manter a temperatura desejada do refrigerante durante o funcionamento, mesmo
10 quando houver uma temperatura ambiente fria.

 Este objeto é obtido com a disposição do tipo mencionado na introdução, que é caracterizada pelos aspectos indicados na parte caracterizadora da reivindicação 1. O refrigerante no sistema de resfriamento que resfria o motor de
15 combustão é, portanto, utilizado para resfriar os gases de escapamento de retorno no refrigerador EGR. A troca de calor no refrigerador EGR resulta no aquecimento do refrigerador EGR pelos gases de escapamento de retorno. O grau de aquecimento depende da temperatura dos gases de escapamento e da
20 proporção de gases de escapamento que é levada através da linha de retorno. Durante o funcionamento normal do motor de combustão, a proporção de gases de escapamento retornados à linha de entrada é determinada de maneira a se obter uma combustão substancialmente ótima ao mesmo tempo que a forma-
25 ção de emissões sob a forma de, *inter alia*, óxidos de nitrogênio é reduzida ao mínima. Na maioria das situações operacionais, contudo, é possível aumentar a proporção de gases de escapamento de retorno sem prejudicar de maneira signifi-

cativa a qualidade dos processos de combustão e sem aumento considerável das emissões. O retorno de uma proporção de gases de escapamento através da linha de retorno maior do que é usualmente o caso proporciona ao refrigerante aquecimento adicional no refrigerador EGR, permitindo que o refrigerante atinja sua temperatura operacional muito rapidamente após a partida do motor. Isto resulta na redução do período de tempo em que o refrigerante é levado através do motor de combustão, permitindo ao mesmo tempo o rápido aquecimento do espaço de cabina de um veículo. Durante, por exemplo, os períodos em que o motor de combustão está funcionando a uma carga baixa em um ambiente frio, uma proporção maior de gases de escapamento pode também retornar através da linha de retorno e do refrigerador EGR. Ao refrigerante pode ser assim proporcionado calor adicional de modo a se assegurar que ele possa manter um nível de temperatura aceitável em substancialmente todas as situações em que o motor de combustão está em funcionamento.

De acordo com uma modalidade preferida da presente invenção, a unidade de controle é adaptada para controlar o dispositivo de fluxo de modo que a proporção maior de gases de escapamento seja levada através da linha de retorno até que o refrigerante no sistema de resfriamento tenha atingido uma temperatura aceitável. A proporção maior de gases de escapamento pode ser assim levada através da linha de retorno durante um período de tempo relativamente limitado, uma vez que o refrigerante na maioria dos casos será aquecido até um nível de temperatura aceitável de maneira relativamente rá-

pida pelo calor adicional assim fornecido. O período em que o processo de combustão não é totalmente ótimo e a formação de emissões é um tanto aumentada pode ser assim limitado a um tempo relativamente curto. A unidade de controle pode ser adaptada para controlar o dispositivo de fluxo de maneira que a proporção maior de gases de escapamento tome a forma da proporção máxima de gases de escapamento que o dispositivo de fluxo pode levar através da linha de retorno na situação operacional predominante. Tal fluxo de escapamento máximo através do refrigerador EGR proporciona um aquecimento muito rápido do refrigerante até um nível de temperatura aceitável.

De acordo com outra modalidade preferida da presente invenção, a unidade de controle é adaptada para controlar o dispositivo de fluxo de maneira que a proporção maior de gases de escapamento seja limitada à maior proporção de gases de escapamento que é possível fazer retornar, na situação operacional predominante, sem afetar adversamente os processos de combustão no motor de combustão. Há, evidentemente, um limite ao tamanho em que uma proporção de gases de escapamento pode ser fornecida em diferentes estados operacionais de um motor de combustão sem afetar demasiadamente os processos de combustão em uma direção negativa. Neste caso, a unidade de controle tem acesso a informações sobre a maior proporção de gases de escapamento que pode ser fornecida sem afetar de maneira demasiadamente negativa os processos de combustão. Por conseguinte, a unidade de controle controlará o dispositivo de fluxo de modo que a pro-

porção de gases de escapamento retorne através da linha de retorno e do refrigerador EGR, onde aquece o refrigerante. Alternativamente, a unidade de controle pode ser adaptada para controlar o dispositivo de fluxo de maneira que a proporção maior de gases de escapamento seja limitada à maior proporção de gases de escapamento que é possível fazer retornar, na situação operacional predominante, sem ultrapassar um requisito de emissão predeterminado. Nesse caso, a unidade de controle tem acesso a informações sobre a maior proporção de gases de escapamento que pode ser fornecida sem que as emissões ultrapassem o requisito. Por conseguinte, a unidade de controle controlará o dispositivo de fluxo de maneira que a proporção de gases de escapamento retorne através da linha de retorno. Com vantagem, a unidade de controle tem acesso a informações sobre a maior proporção possível de gases de escapamento que pode ser fornecida se tanto o requisito de combustão aceitável quanto o requisito de emissões vierem a ser satisfeitos. Assim, a unidade de controle pode controlar o dispositivo de fluxo de maneira que forneça essa proporção de gases de escapamento.

De acordo com outra modalidade preferida da presente invenção, a unidade de controle é adaptada para estimar se o refrigerante está a uma temperatura baixa demais comparando o valor de temperatura recebido do sensor de temperatura com um valor de referência. A temperatura do refrigerante pode ser medida em uma região adequada do sistema de resfriamento. Pode ser utilizado de preferência um sensor de temperatura existente, que mede a temperatura do refrigeran-

te na saída do motor de combustão. Alternativamente, o sensor de temperatura pode ser situado de modo que meça a temperatura do refrigerante no interior do motor de combustão. O valor de referência pode tomar a forma da temperatura aceitável mais baixa para o refrigerante nessa posição no sistema de resfriamento.

De acordo com outra modalidade preferida da presente invenção, o dispositivo de fluxo compreende uma válvula EGR. A válvula EGR pode ser de um tipo substancialmente convencional e compreender um amortecedor ajustável pelo qual é possível regular sem etapas a proporção de gases de escapamento que passa através da linha de retorno. O dispositivo de fluxo pode, evidentemente, compreender outros tipos de componentes reguladores de fluxo tais como, por exemplo, uma válvula de comporta de passagem de excesso de água, um turbo-carregador com geometria variável, um venturi variável, outros tipos de componentes reguladores de fluxo ou combinações deles.

O objeto indicado é também obtido com o método do tipo mencionado na introdução, que é caracterizado pelo aspecto indicado na parte caracterizadora da reivindicação 8.

Breve Descrição dos Desenhos

Modalidades preferidas da invenção são descritas a seguida a título de exemplo com referência aos desenhos anexos, nos quais:

A Figura 1 mostra uma disposição para recirculação de gases de escapamento de um motor de combustão sobrecarregado de acordo com a presente invenção; e

A Figura 2 mostra um fluxograma de acordo com um método para recirculação de gases de escapamento de um motor de combustão de acordo com a presente invenção.

Descrição Detalhada das Modalidades Preferidas da

5 Invenção

A Figura 1 mostra uma disposição para recirculação de gases de escapamento de um motor de combustão 1 sobrecarregado. O motor de combustão 1 pode ser um motor a diesel, um motor Otto ou algum outro tipo de motor de combustão. Tal
10 recirculação é usualmente chamada EGR (Recirculação de Gases de Escapamento). A adição de gases de escapamento ao ar comprimido que é levado até os cilindros do motor faz baixar a temperatura de combustão e, portanto, também o teor dos óxidos de nitrogênio NO_x que são formados durante os processos
15 de combustão. O motor de combustão 1 pode destinar-se a ligar um veículo pesado. Os gases de escapamento dos cilindros do motor de combustão 1 são levados, por meio de um tubo de distribuição de escapamento 2, até uma linha de escapamento 3. Os gases de escapamento nesta linha de escapamento 3, que
20 estão acima da pressão atmosférica, são levados até uma turbina 4. A turbina 4 é assim dotada de energia de acionamento, que é transferida, por meio de uma conexão, para um compressor 5. O compressor 5 introduz ar ambiente em uma linha de entrada 7 por meio de um filtro de ar 6. O ar é comprimido pelo compressor 5, que imprime a ela uma pressão acima da
25 atmosférica e uma elevação de temperatura que é proporcional à pressão adicional aplicada. O ar comprimido é levado até um refrigerador de ar de carga 8, no qual é resfriado pelo

ar ambiente. O fluxo de ar através do refrigerador de ar de carga 8 é provocado por um ventilador de radiador 9, que é acionado pelo motor de combustão 1 por meio de uma conexão adequada.

5 Uma disposição para efetuar a recirculação de parte dos gases de escapamento na linha de escapamento 3 compreende uma linha de retorno 10, que se estende por entre a linha de escapamento 3 e a linha de entrada 7. A disposição compreende um dispositivo de fluxo pelo qual é possível regular o fluxo de gases de escapamento através da linha de retorno 10. O dispositivo de fluxo é aqui exemplificado sob a forma de um válvula EGR 11. A válvula EGR 11 pode compreender um amortecedor que pode ser ajustado a um grau variável de abertura, de modo que o fluxo de gases de escapamento
10 através da linha de retorno 10 possa variar substancialmente sem escalonamento entre um valor nulo e um valor máximo. Uma unidade de controle elétrico 12 é adaptada para controlar a válvula EGR 11 com base em informações sobre o estado operacional atual do motor de combustão 1, de modo que uma proporção desejada de gases de escapamento retorne através da
15 linha de retorno 10. A unidade de controle 12 pode ser uma unidade de computador dotada de um software 12a adequado para este fim. A linha de retorno 10 compreende um refrigerador EGR 13 para resfriar os gases de escapamento que retornam. Em motores a diesel 1 sobrecarregados, a pressão dos
20 gases de escapamento na linha de escapamento 3 em determinadas situações operacionais será mais baixa que a pressão do ar comprimido na linha de entrada 7. Em tais situações ope-

racionais não é possível misturar os gases de escapamento na linha de retorno 10 diretamente com o ar comprimido na linha de entrada sem dispositivos auxiliares especiais. Para isto é possível utilizar, por exemplo, um venturi 14. Se o motor de combustão for em vez disso um motor Otto sobrecarregado, os gases de escapamento na linha de retorno 10 podem ser usualmente misturados diretamente com o ar na linha de entrada 7, uma vez que os gases de escapamento na linha de escapamento de um motor Otto em substancialmente todas as situações operacionais estará a uma pressão mais elevada que a do ar comprimido na linha de entrada 7. Quando os gases de escapamento que retornam tiverem se misturado com o ar comprimido na linha de entrada 7, a mistura é levada, por meio de um tubo de distribuição 15, até os respectivos espaços de combustão do motor de combustão 1.

O motor de combustão 1 é resfriado da maneira convencional por um sistema de resfriamento que contém um refrigerante que é levado a circular por uma bomba refrigerante 16. O sistema de resfriamento compreende também um termostato 17 e um radiador 18. Quando a temperatura do refrigerante é baixa demais, o termostato leva o refrigerante de volta ao motor de combustão 1 sem que ele passe através do radiador 18. O radiador 18 é situado atrás do refrigerador de ar de carga 8 em uma região dianteira do veículo através da qual o ar ambiente flui. O refrigerante no sistema de resfriamento é utilizado para resfriar os gases de escapamento de retorno no refrigerador EGR 13. Um sensor de temperatura 19 é aplicado no sistema de resfriamento para medir a

temperatura T do refrigerante quando é levado para fora do motor de combustão 1. O sensor de temperatura 19 é adaptado para enviar à unidade de controle 12 um sinal que representa os valores da temperatura T medida. Pela manobra de uma válvula de controle é possível que parte do refrigerante no sistema de resfriamento seja utilizada para fins de aquecimento. Quando a válvula de controle 20 está aberta, parte do refrigerante é levada, por meio de uma linha 21, até um trocador de calor 22. No trocador de calor 22, o refrigerante desprende calor para aquecer, por exemplo, o espaço de cabi-
na de um veículo. Depois de passar através do trocador de calor 22, o refrigerante é levado, *inter alia*, por meio de uma linha 23 e da bomba 16, até o motor de combustão 1. O refrigerante no sistema de resfriamento é assim submetido ao aquecimento quando resfria o motor de combustão 1 e quando resfria os gases de escapamento no refrigerador EGR 13. O refrigerante desprende calor no trocador de calor 22 e no radiador 8.

Quando um motor de combustão está para ser iniciado após desligado por um período relativamente longo, o refrigerante no sistema de resfriamento estará uma temperatura que corresponde substancialmente à temperatura ambiente. Entretanto, é necessário que o refrigerante esteja a uma temperatura operacional, que pode estar na faixa de 80-100°C quando é levado através do motor de combustão se o motor de combustão 1 estiver em condições operacionais ótimas. Em situações de temperatura ambiente fria, é também desejável que o refrigerante seja aquecido rapidamente de modo que possa

ser utilizado como uma fonte de calor para aquecer o espaço de cabina no veículo. Quando o motor de combustão roda em um ambiente frio e/ou durante períodos de funcionamento a uma carga baixa, pode ser também difícil manter uma temperatura
5 de refrigerante desejada. O objetivo da disposição descrita acima é assegurar que, quando a temperatura T do refrigerante é baixa demais, calor adicional seja fornecido ao refrigerante pelo retorno de uma proporção aumentada de gases de escapamento através do refrigerador EGR 13.

10 A Figura 2 apresenta um fluxograma que mostra uma modalidade de um método de acordo com a invenção. Ela mostra também, portanto, como a dispositivo da Figura 1 pode funcionar. O processo começa na etapa 24. O começo do processo pode, por exemplo, tomar a forma da partida do motor de com-
15 bustão 1. De modo a se verificar se o refrigerante no sistema de resfriamento está a uma temperatura baixa demais, a unidade de controle 12 recebe informações do sensor de temperatura 19 sobre a temperatura T do refrigerante que deixa o motor de combustão 1. Para isto, a unidade de controle 12
20 é adaptada para comparar a temperatura T medida do refrigerante com uma temperatura de referência $T_{\max}$, que corresponde à temperatura mais baixa à qual o refrigerante deve estar quando é levado para fora do motor de combustão. A temperatura de referência T_{ref} é com vantagem armazenada na unidade
25 de controle 12. Na etapa 25, a unidade de controle 12 decide se o refrigerante está a uma temperatura T aceitável ou não. Se a temperatura T do refrigerante for igual ou superior à temperatura de referência T_{ref} , o refrigerante é considerado

como estando a uma temperatura aceitável, e neste caso não é necessário iniciar um fornecimento adicional de gases de escapamento através da linha de retorno. A unidade de controle 12 pode, durante o funcionamento, receber informações sobre parâmetros operacionais relevantes do motor de combustão, tais como, por exemplo, sua carga e velocidade. Com base nessas informações, a unidade de controle 12 determina a proporção de gases de escapamento EGR_a que tem que retornar através da linha de retorno de modo a se obter uma boa combustão com a redução ótima simultânea das emissões de óxidos de nitrogênio NO_x . Na etapa 26, a unidade de controle 12 inicia o ajuste do grau de abertura da válvula EGR 11 de modo que a proporção de gases de escapamento EGR retorne através da linha de retorno 10. Em seguida, o processo começa novamente na etapa 24. Se em vez disso a temperatura T do refrigerante for mais baixa que a temperatura de referência T_{ref} , a unidade de controle 12 verifica, na etapa 25, que é necessário fornecer calor adicional ao refrigerante. Neste caso, a unidade de controle 12 tem que verificar em quanto a proporção de gases de escapamento que passa através do refrigerador EGR 13 pode ser aumentada de modo a se elevar tão rapidamente quanto possível a temperatura do refrigerante até um nível aceitável. Para isto, a unidade de controle 12 estima a maior proporção de gases de escapamento EGR_c que pode retornar sem afetar adversamente o processo de combustão. A unidade de controle 12 também estima a proporção máxima possível de gases de escapamento EGR_{max} que pode retornar com uma válvula EGR 11 completamente aberta na situação opera-

cional predominante. Na etapa 27, a unidade de controle 12 faz uma comparação de modo a saber se a proporção estimada de gases de escapamento EGR_c que pode retornar sem afetar adversamente o processo de combustão é menor que a proporção máxima de gases de escapamento EGR_{max} , que pode ser levada através da válvula EGR 11. Se a unidade de controle 12 verificar que EGR_c é menor que EGR_{max} , a válvula EGR 11 não deve ser completamente aberta, mas ajustada a um grau de abertura de modo que a proporção de gases de escapamento EGR_c retorne à linha de retorno 10. Em determinados tipos de situação operacional, tais como quando o motor de combustão está frio e/ou há uma temperatura ambiente fria, nem sempre é necessário satisfazer os requisitos de emissão normalmente aplicáveis. Na etapa 28, a unidade de controle 12 determina se a situação operacional predominante permite uma exceção aos requisitos de emissão. Na etapa 29, se os requisitos de emissão não se aplicarem, a unidade de controle 12 ajusta a válvula EGR 11 a um grau de abertura tal que a proporção de gases de escapamento EGR_c retorne através da linha de retorno 10. Se por outro lado os requisitos de emissão se aplicarem de fato, a unidade de controle 12 determina o tamanho da proporção de gases de escapamento EGR_E que pode retornar através da válvula EGR atendendo ao mesmo tempo os requisitos de emissão. Em seguida, na etapa 30, a unidade de controle 12 faz uma comparação para verificar se a proporção de gases de escapamento EGR_E que atende aos requisitos de emissão é menor que a proporção de gases de escapamento EGR_c que pode retornar sem afetar adversamente o processo de combustão.

Tanto para o requisito de boa combustão quanto para os requisitos de emissão a serem satisfeitos, a única proporção de gases de escapamento que pode retornar através da linha de retorno 1 é a que corresponde ao menor dos valores de proporção de gases de escapamento EGR_E , EGR_C . Na etapa 31, se EGR_E for menor que EGR_C , a unidade de controle 12 ajusta o valor de EGR a um grau de abertura tal que a proporção de gases de escapamento EGR_E retorne através da linha de retorno 10. Caso contrário, na etapa 29, a unidade de controle 12 ajusta o valor de EGR a um grau tal que a proporção de gases de escapamento EGR_C retorne através da linha de retorno 10. Em seguida, o processo começa novamente na etapa 24.

Se em vez disso a unidade de controle 12 verificar, na etapa 27, que a proporção estimada de gases de escapamento EGR_C é igual ou superior à proporção máxima possível de gases de escapamento EGR_{max} que pode retornar com uma válvula EGR 11 completamente aberta, a proporção estimada de gases de escapamento EGR_C não constitui uma limitação. Na etapa 32, a unidade de controle 12 determina se a situação operacional é tal que permita uma exceção aos requisitos de emissão normalmente aplicáveis. Na etapa 33, se os requisitos de emissão não se aplicarem, a unidade de controle 13 abre completamente a válvula EGR 11, de modo que a proporção máxima de gases de escapamento EGR_{max} retorne através da linha de retorno 10. Se por outro lado os requisitos de emissão se aplicarem de fato, a unidade de controle 12 determina o tamanho da proporção de gases de escapamento EGR_E pode retornar através do refrigerador EGR atendendo ao mesmo tempo

aos requisitos de emissão. Em seguida, na etapa 34, a unidade de controle 12 faz uma comparação para saber se a proporção de gases de escapamento EGR_E é menor que a proporção máxima possível de gases de escapamento EGR_{max} , a unidade de controle 12 ajusta o valor de EGR a um grau de abertura tal que a proporção de gases de escapamento EGR_E retorne através da linha de retorno 10. Em seguida, o processo começa novamente na etapa 24. Caso contrário, na etapa 33, a unidade de controle 12 abre completamente o valor de EGR de modo que a proporção máxima possível de gases de escapamento EGR_{max} retorne através da linha de retorno 10. Em seguida, o processo começa novamente na etapa 24.

De acordo com o método descrito acima, uma proporção adicional de gases de escapamento é assim fornecida através da linha de retorno sempre que a temperatura do refrigerante estiver baixa demais. O resultado é o rápido aquecimento do refrigerante até um nível aceitável. Após a partida do motor, o refrigerante pode assim atingir sua temperatura operacional muito rapidamente, promovendo assim o funcionamento do motor de combustão e permitindo o rápido aquecimento do espaço de cabina do veículo. A disposição e o método de acordo com a invenção também impedem que a temperatura do refrigerante caia abaixo de um nível aceitável quando o motor de combustão estiver rodando a uma carga baixa em um ambiente frio.

A invenção não está de maneira alguma às modalidades mostradas nos desenhos, mas pode variar livremente dentro do alcance das reivindicações. O caso descrito acima en-

volve a utilização de dispositivos de fluxo sob a forma de um válvula EGR 11, que compreende um amortecedor ajustável para regular a proporção de gases de escapamento que passam através da linha de retorno 10. O dispositivo de fluxo pode
5 evidentemente compreender outros tipos componentes reguladores de fluxo, tais como a chamada válvula de comporta de passagem de excesso de água, um turbo-carregador com geometria variável ou um venturi variável ou combinações de componentes adequados.

REIVINDICAÇÕES

1. Disposição para recirculação de gases de escapamento de um motor de combustão (1), em que a disposição compreende uma linha de escapamento (3) destinada a levar gases de escapamento para fora do motor de combustão (1), uma linha de retorno (10) que se estende da linha de escapamento (3) até uma linha de entrada (7) de modo a fornecer ar ao motor de combustão, uma válvula EGR (11) para tornar possível regular a quantidade de gases de escapamento que é levada através da linha de retorno (10), uma unidade de controle (12) adaptada para controlar a válvula EGR (11), um refrigerador EGR (13) adaptado para resfriar os gases de escapamento na linha de retorno (10) por meio de um refrigerante que é utilizado em um sistema de resfriamento para resfriar o motor de combustão (1), e um sensor de temperatura (19) adaptado para detectar a temperatura do refrigerante em um ponto no sistema de resfriamento, e em que a unidade de controle (12) é adaptada para receber informações do sensor de temperatura (19) referentes à temperatura (T) do refrigerante e decidir se o refrigerante no sistema de resfriamento está a uma temperatura baixa demais, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a unidade de controle (12) é adaptada para controlar a válvula EGR (11) de modo que uma quantidade maior de gases de escapamento seja levada através da linha de retorno (10) e do refrigerador EGR (13) até a linha de entrada (7), se o refrigerante no sistema de resfriamento estiver a uma temperatura baixa demais.

2. Disposição, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a unidade de controle (12) é adaptada para controlar o dispositivo de fluxo (11) de modo que a quantidade maior de gases de escapamento seja levada
5 através da linha de retorno (10) até que o refrigerante no sistema de resfriamento tenha atingido uma temperatura aceitável.

3. Disposição, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a unidade de controle (12)
10 é adaptada para controlar o dispositivo de fluxo (11) de modo que a quantidade maior de gases de escapamento seja limitada à quantidade máxima de gases de escapamento (EGR_{max}) que o dispositivo de fluxo (11) é capaz, na situação operacional predominante, de levar através da linha de retorno (10).

15 4. Disposição, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a unidade de controle (12) é adaptada para controlar o dispositivo de fluxo (11) de modo que a quantidade maior de gases de escapamento seja limitada à quantidade máxima de gases de escapamento (EGR_c) que
20 é possível fazer retornar, na situação operacional predominante, sem afetar adversamente os processos de combustão no motor de combustão (1).

5. Disposição, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a unidade de controle (12)
25 é adaptada para controlar o dispositivo de fluxo (11) de modo que a quantidade maior de gases de escapamento seja limitada à quantidade máxima de gases de escapamento (EGR_E) que é possível fazer retornar, na situação operacional predomi-

nante, sem ultrapassar um requisito de emissão predeterminado.

6. Disposição, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a
5 unidade de controle (12) é adaptada para estimar se o refrigerante está a uma temperatura baixa demais pela comparação do valor de temperatura (T) recebido do sensor de temperatura com um valor de referência (T_{ref}).

7. Método para recirculação de gases de escapamento
10 to de um motor de combustão (1), pelo qual a recirculação é efetuada por uma disposição que compreende uma linha de escapamento (3) destinada a levar gases de escapamento para fora do motor de combustão (1), uma linha de retorno (10) que se estende da linha de escapamento (3) até uma linha de
15 entrada (7) de modo a fornecer ar ao motor de combustão, uma válvula EGR (11) para tornar possível regular a quantidade de gases de escapamento que é levada através da linha de retorno (10), uma unidade de controle (12) adaptada para controlar a válvula EGR (11), um refrigerador EGR (13) adaptado
20 para resfriar os gases de escapamento na linha de retorno (10) por meio de um refrigerante que é utilizado em um sistema de resfriamento para resfriar o motor de combustão (1), e um sensor de temperatura (19) adaptado para detectar a temperatura do refrigerante em um ponto no sistema de resfriamento, e em que o método compreende as etapas de receber
25 informações do sensor de temperatura (19) referentes à temperatura do refrigerante (T) e decidir se o refrigerante no sistema de resfriamento está a uma temperatura baixa demais,

CARACTERIZADO pelo fato de que o método compreende as etapas de controlar a válvula EGR (11) de modo que uma quantidade maior de gases de escapamento seja levada através da linha de retorno (10) e do refrigerador EGR (13) até a linha de entrada (7) se o refrigerante no sistema de resfriamento estiver a uma temperatura baixa demais.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pela etapa de levar a quantidade maior de gases de escapamento através da linha de retorno (10) até que o refrigerante no sistema de resfriamento tenha atingido uma temperatura aceitável.

9. Método, de acordo com a reivindicação 7 ou 8, **CARACTERIZADO** pela etapa de controlar o dispositivo de fluxo (11) de modo que a quantidade maior de gases de escapamento seja limitada à quantidade máxima de gases de escapamento (EGR_{max}) que o dispositivo de fluxo (11) é capaz, na situação operacional predominante, de levar através da linha de retorno (10).

10. Método, de acordo com a reivindicação 7 ou 8, **CARACTERIZADO** pela etapa de controlar o dispositivo de fluxo (11) de modo que a quantidade maior de gases de escapamento seja limitada à quantidade máxima de gases de escapamento (EGR_c) que é possível fazer retornar, na situação operacional predominante, sem afetar adversamente os processos de combustão no motor de combustão (1).

11. Método, de acordo com a reivindicação 7 ou 8, **CARACTERIZADO** pela etapa de controlar o dispositivo de fluxo (11) de modo que a quantidade maior de gases de escapamento

seja limitada à quantidade máxima de gases de escapamento (EGR_E) que é possível fazer retornar, na situação operacional predominante, sem ultrapassar um requisito de emissão predeterminado.

- 5 12. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 7 a 11, **CARACTERIZADO** pela etapa de estimar se o refrigerante está a uma temperatura baixa demais pela comparação do valor de temperatura (T) recebido do sensor de temperatura com um valor de referência (T_{ref}).

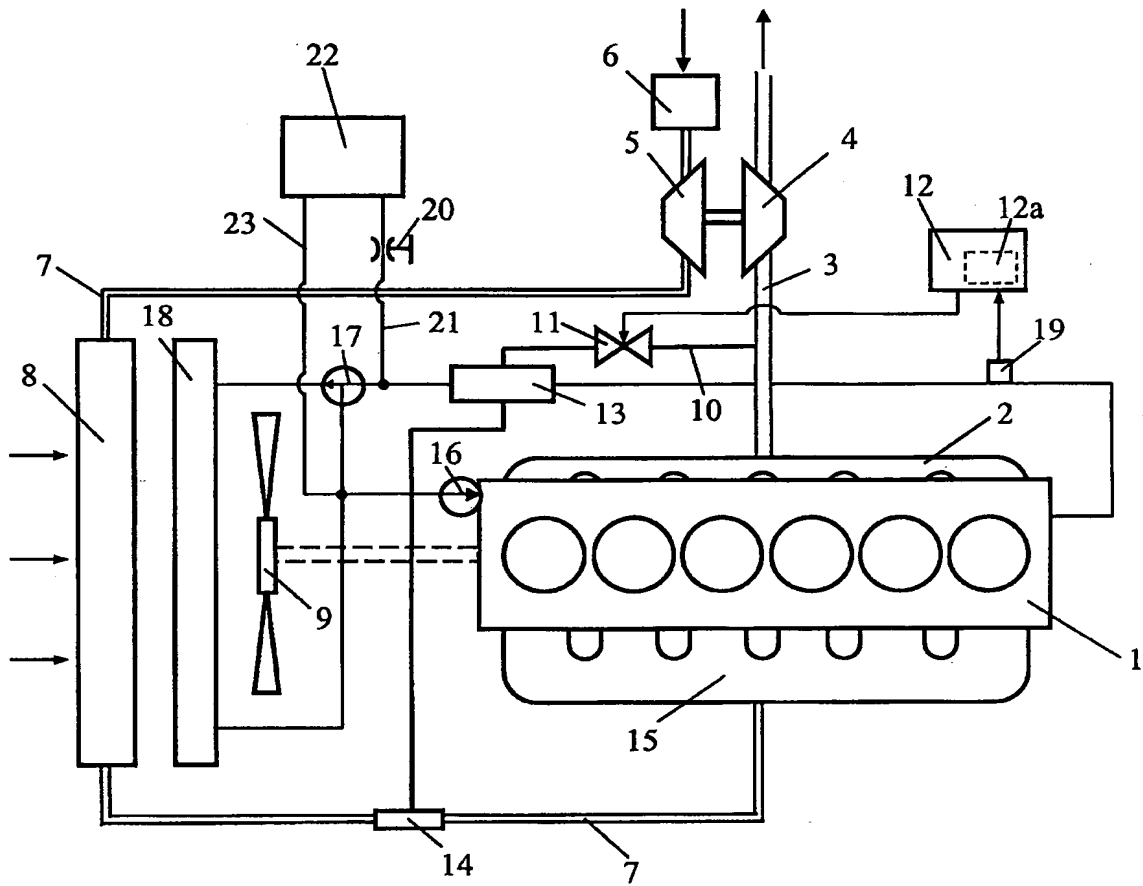


Fig 1

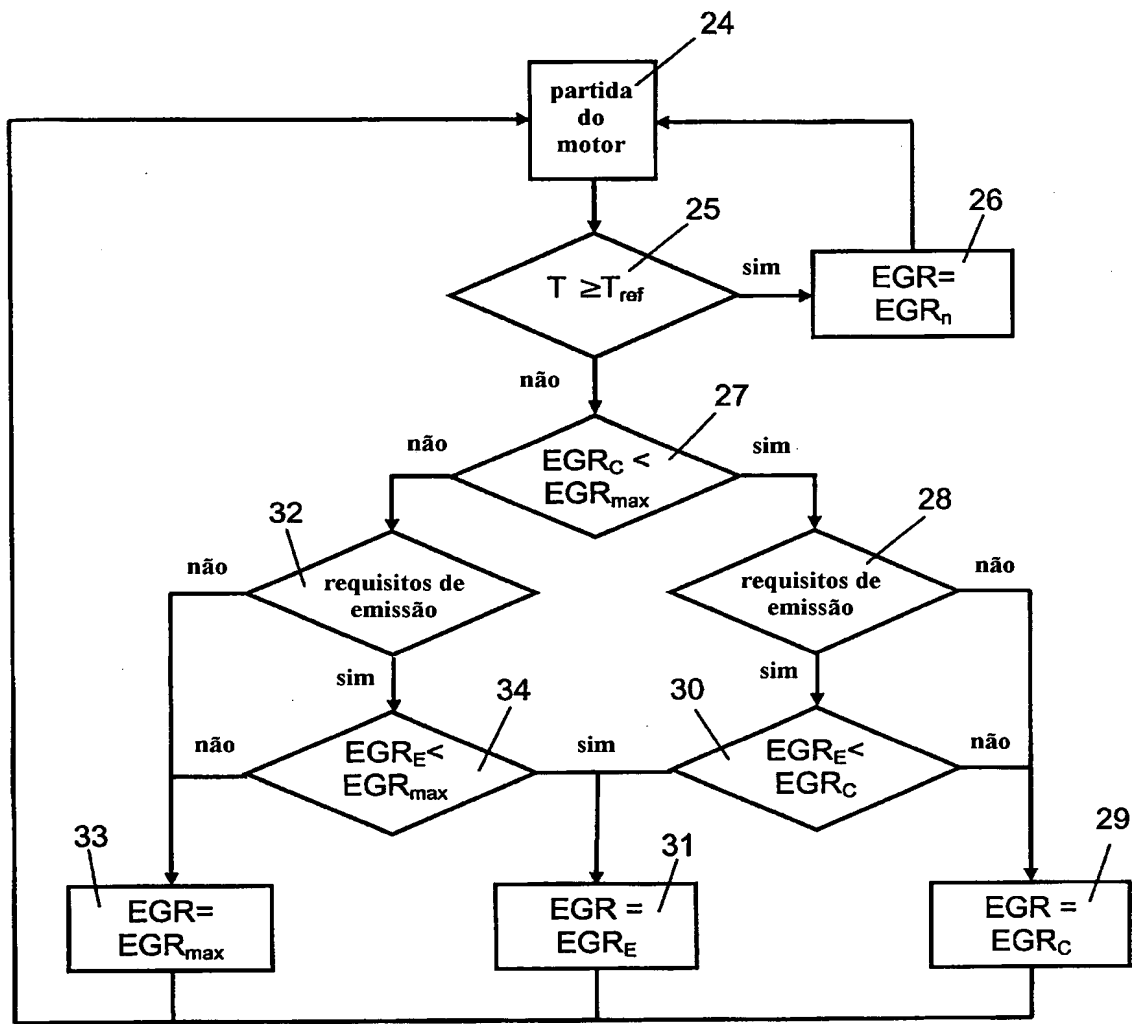


Fig 2

RESUMO

"DISPOSIÇÃO E MÉTODO PARA RECIRCULAÇÃO DE GASES DE ESCAPAMENTO DE MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA"

A presente invenção refere-se a uma disposição e a
 5 um método para recirculação de gases de escapamento de um motor de combustão (1). A disposição compreende uma linha de retorno (10) que se estende de uma linha de escapamento (3) até uma linha de entrada (7) para fornecer ar ao motor de combustão (1), uma válvula EGR (11) que torna possível regu-
 10 lar a proporção de gases de escapamento levada através da linha de retorno (10), uma unidade de controle (12) adaptada para controlar a válvula EGR (11) e um refrigerador EGR (13) destinado a resfriar os gases de escapamento na linha de re-
 15 torno (10) por meio do sistema de resfriamento do motor de combustão (1). A unidade de controle (12) é adaptada para decidir se o refrigerante no sistema de resfriamento está a uma temperatura baixa demais e, se tal for o caso, para controlar a válvula EGR (11) de modo que uma proporção maior de gases de escapamento seja levada através da linha de retorno
 20 (10) e o refrigerante receba assim aquecimento adicional.