



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

(21) **PI 1002434-4 A2**



(22) Data de Depósito: 27/07/2010
(43) Data da Publicação: 15/05/2012
(RPI 2158)

(51) *Int.Cl.:*
F01N 3/023

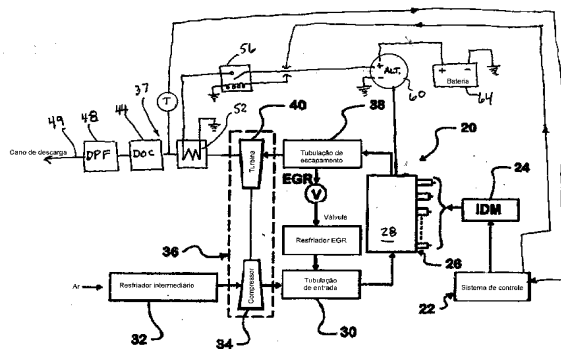
(54) **Título:** GÁS DE ESCAPAMENTO DE AQUECIMENTO PARA REGENERAÇÃO DE FILTRO PARA PARTICULADO DE DIESEL

(30) **Prioridade Unionista:** 29/07/2009 US 12/511,117

(73) **Titular(es):** International Engine Intellectual Property Company, LLC

(72) **Inventor(es):** Brad J. Adelman, Paul L. Berke

(57) **Resumo:** GÁS DE ESCAPAMENTO DE AQUECIMENTO PARA REGENERAÇÃO DE FILTRO PARA PARTICULADO DE DIESEL. A presente invenção refere-se a um elemento aquecido eletricamente dentro de um sistema de escapamento para um motor a diesel que eleva a temperatura de escapamento suficientemente em condições de baixa temperatura de escapamento/baixo fluxo de escapamento de inatividade ou similares até o ponto onde o DOC é ativado para queimar combustível. Tão logo seja ativado o catalisador dentro do alojamento do DOC, pode ser iniciada a regeneração do DPF. O elemento aquecido eletricamente pode ser proporcionado dentro do cano de descarga entre a saída da turbina dos motores a diesel turbocarregados e da entrada do alojamento do DOC. O elemento aquecido eletricamente pode ser energizado do alternador de motor ou ativado quando necessário pelo módulo de controle eletrônico do motor.





PI1002434-4

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "GÁS DE ESCAPAMENTO DE AQUECIMENTO PARA REGENERAÇÃO DE FILTRO PARA PARTICULADO DE DIESEL".

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se em geral a veículos motorizados, como, por exemplo, caminhões, que são acionados por motores de combustão interna, especificamente motores a diesel dotados de dispositivos de tratamento de gás de escapamento para tratar os gases de escapamento passando através de seus sistemas de escapamento.

10 Antecedentes da Invenção

Um sistema conhecido para tratar gás de escapamento passando através de um sistema de escapamento de um motor a diesel compreende um catalisador de oxidação de diesel (DOC) que oxida hidrocarbonetos (HC) para CO_2 e H_2O e converte NO para NO_2 e um filtro para particulado de diesel (DPF) que intercepta matéria particulada de diesel (DPM). A DPM inclui fuligem ou carbono, a fração orgânica solúvel (SOF), e cinza (isto é, aditivos de óleo lubrificante etc.). O DPF está situado a jusante do DOC no fluxo de gás de escapamento. A combinação desses dois dispositivos de tratamento de gás de escapamento evita a entrada de quantidades significativas de poluente como, por exemplo, hidrocarboneto, monóxido de carbono, fuligem, SOF e cinza na atmosfera. A interceptação da DPM pelo DPF evita a emissão de negro-de-fumo de um cano de descarga de veículo.

15 A taxa na qual o carbono interceptado é oxidado para CO_2 é controlada não apenas pela concentração de NO_2 ou O_2 , mas também pela temperatura. Especificamente, há três importantes parâmetros de temperatura para um DPF.

20 O DOC oxida os hidrocarbonetos (HC) e converte NO para NO_2 . Os elementos orgânicos da DPM interceptada dentro do DPF, isto é, carbono e SOF, são oxidados dentro do DPF, usando o NO_2 gerado pelo DOC, para formar CO_2 e H_2O , que podem então sair do cano de descarga para a atmosfera.

25 A taxa na qual o carbono interceptado é oxidado para CO_2 é controlada não apenas pela concentração de NO_2 ou O_2 , mas também pela temperatura. Especificamente, há três importantes parâmetros de temperatura para um DPF.

O primeiro parâmetro de temperatura é temperatura de oxidação

"luz apagada" do catalisador, abaixo da qual a atividade do catalisador é baixa demais para oxidar HC. A temperatura "luz apagada" é tipicamente em torno de 250°C.

O segundo parâmetro de temperatura controla a conversão de NO para NO₂. Essa temperatura de conversão abrange uma variação de temperaturas sendo dotada tanto de um limite inferior quanto de um limite superior, que são definidos como a temperatura mínima e a temperatura máxima nas quais é alcançada 40% ou mais de conversão NO. A janela de temperatura de conversão definida por esses dois limites se estende de aproximadamente 25°C a aproximadamente 450°C.

O terceiro parâmetro de temperatura está relacionado à taxa na qual o carbono é oxidado no filtro. As fontes de referência na literatura relevante chamam essa temperatura de "Temperatura de Ponto de Equilíbrio" (ou BPT). É a temperatura na qual a taxa de oxidação de particulado, também algumas vezes referida como a taxa de regeneração de DPF, é igual à taxa de acumulação de particulado. A BPT é um dos parâmetros que determina a habilidade de um DPF para possibilitar que um motor a diesel atenda às leis e/ou regulamentos de emissões de um cano de descarga.

Tipicamente, um motor a diesel funciona relativamente fraco e frio comparado a um motor a gasolina. Esse fator torna o alcance da BPT problemático.

Portanto, um DPF ocasionalmente requer regeneração de tempos em tempos para manter a eficiência de interceptação de particulado. A regeneração envolve a presença de condições que irão queimar os particulados interceptados, cuja acumulação não verificada irá de outro modo prejudicar a eficácia do DPF. Ao mesmo tempo em que a "regeneração" se refere ao processo geral de queima de DPM, são reconhecidos dois tipos de regeneração específicos por aqueles versados na tecnologia de regeneração conforme presentemente aplicada nos motores de veículo.

A "regeneração passiva" é geralmente compreendida significando que possa ocorrer a qualquer momento que o motor seja operado sob condições que queimem DPM sem iniciar uma estratégia de regeneração

específica incorporada por algoritmos em um sistema de controle de motor. A "regeneração ativa" é geralmente compreendida significando a regeneração que é iniciada intencionalmente, seja pelo sistema de controle de motor ou por sua própria iniciativa ou pelo condutor levando o sistema de controle de motor a iniciar uma estratégia de regeneração programada, com o objetivo de elevar a temperatura dos gases de escapamento entrando no DPF para uma variação adequada para iniciar e manter a queima dos particulados interceptados.

A regeneração ativa pode ser iniciada antes mesmo de um DPF se tornar carregado com DPM até um ponto onde a regeneração seja ordenada pelo sistema de controle de motor ou pelo próprio. Ao carregar a DPM além do indicado para o sistema de controle de motor, o sistema de controle força a regeneração ativa, e que é algumas vezes simplesmente referida como regeneração forçada.

A criação de condições para iniciar e continuar a regeneração ativa, se forçada ou não, geralmente envolve elevação de temperatura de gases de escapamento entrando no DPF para temperatura adequadamente alta.

Há vários métodos para iniciar uma regeneração forçada de um DPF como, por exemplo, retardar o início das injeções principais de combustível ou pós-injeções de combustível diesel para elevar as temperaturas do gás de escapamento entrando no DPF ao mesmo tempo em que ainda deixa excesso de oxigênio para queimar a matéria particulada interceptada. As pós-injeções podem ser usadas em combinação com outros procedimentos e/ou dispositivos para elevar a temperatura do gás de escapamento para as temperaturas relativamente altas necessárias para a regeneração ativa do DPF.

Esses métodos são capazes de aumentar suficientemente a temperatura do gás de escapamento para elevar a temperatura do catalisador acima da temperatura "luz apagada" do catalisador e proporcionar HC em excesso que possa ser oxidado pelo catalisador. Tal oxidação de HC proporciona o aquecimento necessário para elevar a temperatura no DPF

acima da BPT.

Os ciclos de acionamento de carga baixa/fluxo baixo como, por exemplo, caminhão de lixo, caminhões utilitários, e caminhões de reabastecimento de combustível de aeroporto encontram dificuldades para atingir as

5 temperaturas necessárias para iniciar a regeneração do DPF. Tipicamente, a temperatura do gás de escapamento de mínima rotação do motor é de 150°C enquanto a ativação do DOC não é alcançada até em torno de 250°C. Podem ser feitas modificações baseadas no motor para superar esse inconveniente, mas não sem uma penalidade de combustível e de desempenho.

10 Algumas opções auxiliares podem compensar esse inconveniente como, por exemplo, queimadores de combustível ou sistema reformador de gás de síntese.

☺ A presente invenção reconhece que os ciclos de acionamento hoje existentes onde a regeneração ativa do DPF não é alcançada porque

15 as temperaturas do gás de escapamento e a temperatura do catalisador de oxidação de diesel (DOC) são insuficientes para oxidar combustível que gera a exotermia desejada.

Sumário da Invenção

As modalidades descritas da invenção proporcionam um aquecedor que eleva a temperatura do gás de escapamento em taxas de fluxo

20 baixas, como, por exemplo, em velocidade de mínima rotação do motor, até o ponto onde o catalisador dentro do alojamento do DOC seja ativado para queimar combustível. Tão logo o catalisador dentro do alojamento de DOC esteja ativo, pode ser iniciada a regeneração do DPF. O sistema aquecedor

25 levará a temperatura do gás de escapamento suficientemente em um ponto inativo ou ponto de fluxo baixo/temperatura baixa similar. Portanto, a regeneração do DPF não está mais dependente do ciclo de acionamento do veículo.

Pode ser proporcionado um elemento aquecido eletricamente

30 para o cano de descarga entre a saída da turbina e a entrada do alojamento do DOC, preferivelmente situado exatamente em frente do alojamento do DOC para minimizar as perdas de temperatura. O aquecedor pode ser acio-

nado através de um relé do alternador de veículo. Um sinal de controle para o relé irá ligar quando o sistema de controle de motor solicitar a regeneração do DPF, mas não pode alcançar a temperatura desejada do gás de escapamento para o alojamento do DOC.

5 A modalidade descrita proporciona um sistema de escapamento para um motor a diesel. O motor a diesel inclui um trajeto de escapamento que recebe escapamento da combustão do combustível dentro do motor a diesel. Um alojamento de DOC está disposto dentro do trajeto de escapamento. Um DPF está disposto dentro do trajeto de escapamento a jusante
10 do alojamento de DOC. Um elemento de aquecimento elétrico está disposto dentro do trajeto de escapamento a montante do alojamento de DOC. O elemento de aquecimento elétrico está configurado para elevar a temperatura do gás de escapamento entrando no alojamento do DOC. O elemento de aquecimento elétrico pode ser dimensionado para aquecer o gás de esca-
15 pamento em torno de 250°C.

Um controle de motor recebe os sinais de operação do motor e controla os parâmetros do motor para controlar as emissões e otimizar os desempenhos do motor. O controle do motor está em comunicação de sinal com um relé eletrônico. O relé é dotado de um lado de sinal que é conectado
20 por sinal ao controle de motor e um lado de energia conectado entre a energia elétrica do motor e o elemento de aquecimento elétrico. O controle do motor dispara o relé para proporcionar energia elétrica para o elemento de aquecimento elétrico quando a temperatura de escapamento precisa ser aumentada para ativação suficiente do DOC para regeneração eficaz do
25 DPF. Com relação a isso, pode ser disposto um sensor de temperatura entre o alojamento do DOC e o elemento de aquecimento elétrico, o sensor sendo conectado por sinal no controle de motor.

O trajeto de escapamento pode incluir uma turbina a montante do alojamento do DOC. O elemento de aquecimento elétrico pode estar dis-
30 posto entre a turbina e o alojamento do DOC, ou na entrada para o alojamento do DOC.

A invenção proporciona um método de iniciar a regeneração de

filtro de particulado de diesel que inclui as etapas de:

determinar se é requerida regeneração; e

aquecer o gás de escapamento em comunicação com o DOC usando um elemento de aquecimento elétrico em comunicação de transferência térmica com o gás de escapamento.

A etapa de aquecer o gás de escapamento pode ser também definida pelas etapas de:

perceber a temperatura do gás de escapamento em comunicação com o DOC; e

apenas se a temperatura do gás de escapamento estiver abaixo de uma temperatura de ativação de DOC requerida, empreender o aquecimento do gás de escapamento.

Muitas outras vantagens e características da presente invenção se tornarão prontamente evidentes a partir da descrição detalhada da invenção e das modalidades da mesma, a partir das reivindicações e dos desenhos que a acompanham.

Descrição Breve dos Desenhos

A figura 1 é uma ilustração esquemática de um motor a diesel representativo e controle com dispositivos de tratamento após escapamento.

Descrição Detalhada da Invenção

Ao mesmo tempo em que esta invenção é suscetível à modalidade em muitas formas diferentes, estão ilustradas nos desenhos, e serão aqui descritas em detalhe, as modalidades específicas da mesma com a compreensão da presente descrição devem ser consideradas como uma exemplificação dos princípios da invenção e não intencionada a limitar a invenção às modalidades específicas ilustradas.

A figura 1 ilustra um diagrama esquemático de um motor a diesel exemplificativo 20 para acionar um veículo motorizado. O motor 20 é dotado de um controle de motor baseado em um processador 22, como, por exemplo, uma unidade ou módulo de controle eletrônico de motor, que processa dados provenientes de várias fontes para desenvolver vários dados de controle para controlar vários aspectos da operação do motor. Os dados pro-

cessados pelo controle 22 podem se originar nas fontes externas, como, por exemplo, sensores, e/ou serem gerados internamente.

O controle 22 inclui um modo acionador injetor 24 para controlar a operação dos injetores de combustível acionados eletricamente 26 que in-
5 jetam combustível nas câmaras de combustão no bloco do cilindro do motor 28. Um injetor de combustível respectivo 26 está associado com cada cilindro e compreende um corpo que está montado no motor e é dotado de um bocal através do qual o combustível é injetado no cilindro de motor correspondente. Um processador do sistema de controle de motor 22 pode pro-
10 cessar dados suficientemente rápido para calcular, em tempo real, o sincronismo e a duração do acionamento do injetor para ajustar tanto o sincronismo quanto a quantidade de abastecimento de combustível.

O motor 20 também compreende um sistema de entrada sendo dotado de um coletor de admissão 30 montado no bloco 28. Um resfriador
15 intermediário 32 e um compressor 34 de um turbocompressor 36 estão a montante do coletor 30. O compressor 34 retira ar através do resfriador intermediário 32 para criar ar de carga que entra em cada cilindro do motor do coletor 30 por via de uma válvula de admissão correspondente que abre e fecha em tempos apropriados durante os ciclos do motor.

O motor 20 também compreende um sistema de escapamento
20 37 através do qual são criados os gases de escapamento pela combustão dentro dos cilindros do motor que passam do motor para a atmosfera. O sistema de escapamento compreende um coletor de escapamento 38 montada no bloco 28. Os gases de escapamento passam de cada cilindro para o cole-
25 tor 38 via uma válvula de escapamento respectiva que abre e fecha em tempos apropriados durante os ciclos do motor.

A turbocompressão do motor 20 é realizada pelo turbocompres-
sor 36 que também compreende uma turbina 40 associada ao sistema de
escapamento e acoplada via um eixo no compressor 34. Os gases de esca-
30 pamento quentes agindo na turbina 40 levam a turbina a operar o compres-
sor 34 para comprimir o ar de carga que proporciona sobrealimentação de ar para o motor 20.

O sistema de escapamento também compreende um alojamento do DOC 44 e um DPF 48 a jusante da turbina 40 para tratar o gás de escapamento antes que o mesmo passe para a atmosfera através do cano de descarga 49. Apesar do alojamento do DOC 44 e do DPF 48 estarem ilus-
5 trados como componentes separados, é também possível que o alojamento do DOC 44 e o DPF 48 compartilhem um alojamento comum.

Um DPF 48 intercepta fisicamente uma alta porcentagem de DPM no gás de escapamento passando através do mesmo, impedindo que a DPM passe para a atmosfera. O catalisador de oxidação dentro do aloja-
10 mento do DOC 44 oxida os hidrocarbonetos (HC) no gás de escapamento que chega para CO_2 e H_2O e converte NO para NO_2 . O NO_2 é então usado para reduzir os particulados de carbono interceptados no DPF 48.

Com relação à regeneração passiva e ativa mencionada acima, a Patente U.S. 6.829.890, e os Pedidos de Patente Publicados U.S.
15 2008/0184696 e 2008/0093153 descrevem sistemas e métodos para empre-
ender regeneração. Essas patentes e publicações encontram-se incorpora-
das pela referência.

De acordo com a modalidade exemplificativa descrita da inven-
ção, está disposto um elemento de aquecimento elétrico, como, por exem-
20 plo, uma bobina de resistência elétrica 52, dentro do sistema de escapamen-
to entre a turbina 40 e o alojamento do DOC 44. A bobina 52 é acionada a-
través de um relé 56 que é energizado por energia de veículo, como, por e-
xemplo, de um alternador de motor 60 que é acionado convencionalmente
pelo motor 20 através de uma roldana acionada por uma correia, ou simila-
25 res. O alternador 60 também recarrega as baterias do veículo 64 conforme
conhecido. Um sensor de temperatura 70, como, por exemplo, um termopar,
está disposto a montante do alojamento do DOC 44 ou no alojamento do
DOC 44. O sensor de temperatura 70 comunica uma temperatura de gás de
escapamento correspondente à temperatura de gás de escapamento dentro
30 do alojamento do DOC 44 para o motor 22.

Durante a velocidade de mínima rotação do motor ou outras condições de fluxo de gás de escapamento baixo, se a temperatura cair a-

baixo da temperatura requerida para regeneração, e o controle 22 exigir regeneração, o controle do motor 22 energiza o relé 56 para passar corrente elétrica para a bobina 52 para aquecer o gás de escapamento fluindo para o alojamento do DOC 44. Uma vez que a temperatura percebida pelo sensor 5 70 exceda a temperatura de gás de escapamento necessária para a regeneração, o controle 22 desenergiza o relé e a corrente é cortada da bobina 52.

A partir do antecedente, será observado que podem ser efetuadas numerosas variações e modificações sem se afastar do espírito e do escopo da invenção. Deve ser compreendido que não é intencionada ou deva 10 ser inferida nenhuma limitação com respeito ao aparelho específico aqui ilustrado.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de escapamento para um motor a diesel, o motor a diesel gerando escapamento a partir da combustão de combustível, compreendendo:
 - 5 um trajeto de escapamento recebendo escapamento do motor a diesel;
 - um alojamento de catalisador de oxidação de diesel (DOC) dentro do trajeto de escapamento;
 - um filtro de particulado de diesel (DPF) dentro do trajeto de es-
 - 10 capamento a jusante do alojamento do DOC; e
 - um elemento de aquecimento elétrico dentro do trajeto de escapamento a montante do alojamento do DOC, o elemento de aquecimento elétrico configurado para elevar a temperatura do gás de escapamento entrando no alojamento do DOC.
 - 15 2. Sistema de escapamento, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo um controle de motor e um relé sendo dotado de um lado de sinal que é conectado por sinal ao controle de motor e um lado de energia conectado entre a energia elétrica do motor e o elemento de aquecimento elétrico, o controle de motor disparando o relé para proporcionar energia
 - 20 elétrica para o elemento de aquecimento elétrico, quando a temperatura de escapamento precisa ser elevada para ativação suficiente do DOC para regeneração eficaz do DPF.
 3. Sistema de escapamento, de acordo com a reivindicação 2, em que o trajeto de escapamento compreende uma turbina a montante do
 - 25 alojamento do DOC e o elemento de aquecimento elétrico está disposto entre a turbina e o alojamento do DOC.
 4. Sistema de escapamento, de acordo com a reivindicação 3, em que o elemento de aquecimento elétrico está disposto na entrada do alojamento do DOC.
 - 30 5. Sistema de escapamento, de acordo com a reivindicação 1, em que o elemento de aquecimento elétrico está dimensionado para aquecer o gás de escapamento em torno de 250°C.

6. Veículo acionado por um motor a diesel, o motor a diesel proporcionando energia mecânica para acionar um gerador de energia elétrica, o motor a diesel sendo dotado de um turbocompressor que inclui um compressor e uma turbina acionada por escapamento, a turbina sendo dotada de uma saída de escapamento que é conectada por circulação a um alojamento de catalisador de oxidação de diesel (DOC) que é conectado por circulação a um filtro de particulado de diesel (DPF), e uma unidade de controle eletrônico de motor que recebe sinais sensores de motor e envia sinais de controle de motor para alterar os parâmetros controláveis de motor para controlar as emissões de motor, sendo que o aperfeiçoamento compreende:

um elemento de aquecimento elétrico disposto em um trajeto de fluxo entre a turbina e o alojamento do DOC, o elemento de aquecimento elétrico sendo conectado por sinal na unidade de controle eletrônico de motor e acionado pelo gerador de energia elétrica, quando a unidade de controle eletrônico de motor solicita uma temperatura de gás de escapamento mais alta no interior do alojamento do DOC.

7. Aperfeiçoamento, como definido na reivindicação 6, compreendendo um relé sendo dotado de um lado de sinal conectado ao módulo de controle eletrônico do motor e um lado de energia conectado entre o gerador de energia elétrica e o elemento de aquecimento elétrico.

8. Aperfeiçoamento, de acordo com a reivindicação 7, em que o elemento de aquecimento elétrico está situado dentro de um cano de descarga entre uma saída de turbina e uma entrada de alojamento do DOC.

9. Aperfeiçoamento, de acordo com a reivindicação 8, compreendendo um sensor de temperatura disposto entre o alojamento do DOC e o elemento de aquecimento elétrico.

10. Método de iniciar a regeneração de filtro de particulado de diesel (DPF) para um motor a diesel sendo dotado de um trajeto de escapamento que inclui um catalisador de oxidação de diesel (DOC) a montante de um DPF compreendendo as etapas de:

determinar se a regeneração é requerida; e

aquecer o gás de escapamento em comunicação com o DOC

usando um elemento de aquecimento elétrico em comunicação de transferência térmica com o gás de escapamento.

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, em que a etapa de aquecer o gás de escapamento é também definida pelas etapas de:

5 detectar a temperatura do gás de escapamento em comunicação com o DOC; e

apenas se a temperatura do gás de escapamento estiver abaixo de uma temperatura de ativação DOC requerida, empreender o aquecimento do gás de escapamento.

10 12. Método, de acordo com a reivindicação 11, em que a etapa de aquecer o gás de escapamento é também definida pela etapa de:

gerar a energia elétrica requerida para o elemento de aquecimento elétrico pela conversão de energia mecânica de motor para energia elétrica.

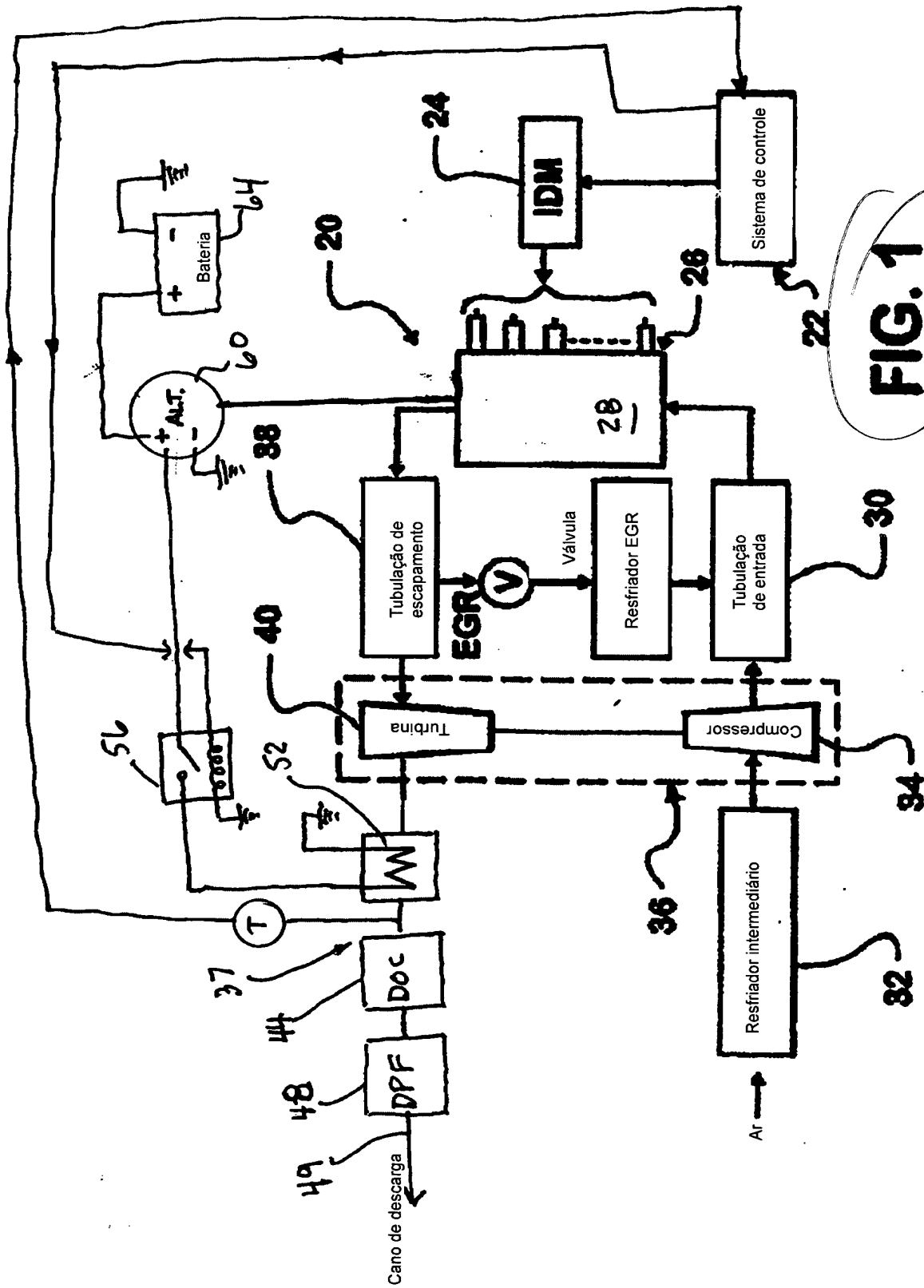


FIG. 1

RESUMO

Patente de Invenção: **"GÁS DE ESCAPAMENTO DE AQUECIMENTO PARA REGENERAÇÃO DE FILTRO PARA PARTICULADO DE DIESEL"**.

A presente invenção refere-se a um elemento aquecido eletricamente dentro de um sistema de escapamento para um motor a diesel que eleva a temperatura de escapamento suficientemente em condições de baixa temperatura de escapamento/baixo fluxo de escapamento de inatividade ou similares até o ponto onde o DOC é ativado para queimar combustível. Tão logo seja ativado o catalisador dentro do alojamento do DOC, pode ser iniciada a regeneração do DPF. O elemento aquecido eletricamente pode ser proporcionado dentro do cano de descarga entre a saída da turbina dos motores a diesel turbocarregados e da entrada do alojamento do DOC. O elemento aquecido eletricamente pode ser energizado do alternador de motor ou ativado quando necessário pelo módulo de controle eletrônico do motor.