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

(11) PI 0316258-3 B1

BRPI0316258B1

(22) Data do Depósito: 13/12/2003

(45) Data de Concessão: 07/02/2017

(54) Título: PROCESSO PARA CONTROLE DO ACIONAMENTO DE UM DISPOSITIVO DE AQUECIMENTO PARA REGENERAÇÃO DE UM FILTRO DE PARTÍCULAS ACOPLADO NO SISTEMA DE DESCARGA DE UMA MÁQUINA DE COMBUSTÃO INTERNA

(51) Int.Cl.: F01N 9/00; F01N 3/023; F01N 3/027; F02D 35/00; F02D 21/08

(30) Prioridade Unionista: 13/01/2003 DE 103 01 035.1

(73) Titular(es): HJS FAHRZEUGTECHNIK GMBH & CO. KG

(72) Inventor(es): HERMANN-JOSEF SCHULTE; HANS-PETER FRISSE; KLAUS SCHREWE; ARNO SCHINDLER

PROCESSO PARA CONTROLE DO ACIONAMENTO DE UM DISPOSITIVO DE AQUECIMENTO PARA REGENERAÇÃO DE UM FILTRO DE PARTÍCULAS ACOPLADO NO SISTEMA DE DESCARGA DE UMA MÁQUINA DE COMBUSTÃO INTERNA

A presente invenção refere-se a um processo para controle do acionamento de um dispositivo de aquecimento para regeneração de um filtro de partículas acoplado na tubulação de descarga de uma máquina de combustão interna, p. ex. de um motor a diesel.

Para redução da emissão de partículas, de modo especial de uma emissão de fuligem durante um funcionamento de motores a diesel, os assim chamados filtros de partículas de óleo diesel são acoplados na tubulação de descarga do motor a diesel, a fim de que a corrente de descarga seja conduzida através do elemento filtrante desses filtros de partículas. Neste processo, partículas contidas na corrente de descarga, de modo especial partículas de fuligem, são depositadas na face superior do lado da entrada do elemento filtrante. Com base em um filtro de partículas, no qual nenhuma fuligem foi ainda depositada, no decorrer do funcionamento do motor a diesel, uma quantidade crescente de fuligem se deposita sobre a face superior no lado da entrada do elemento filtrante. Para garantir, ainda assim, uma condição de corrente passante do filtro de partículas durante prolongados

períodos de tempo, é necessário remover, de tempos em tempos, a fuligem segregada pela tubulação de descarga do filtro de partículas. A remoção da fuligem do filtro de partículas é também designada de regeneração.

Para regeneração de um filtro de partículas desses, é conhecida a eliminação da fuligem por meio de uma queima de fuligem. Uma eliminação da fuligem depositada sobre a face superior no lado da entrada do elemento filtrante ocorre automaticamente, na ocasião em que a temperatura dos gases de descarga entrando no filtro de partículas for superior à temperatura de combustão da fuligem. Isto ocorre normalmente em um motor a diesel, quando ele é submetido a uma determinada carga durante um certo período de tempo, por exemplo em um automóvel durante uma viagem rodoviária ininterrupta. Porém, para executar uma regeneração e, com isto, poder garantir uma eficiência funcional pretendida de um filtro de partículas também naquelas condições de carga do motor, onde a temperatura dos gases de descarga se situa abaixo da temperatura de combustão da fuligem, foram divulgados processos para iniciar uma queima de fuligem, em função da concentração real de fuligem no filtro de partículas. A queima de fuligem é iniciada pelo fornecimento de energia térmica adicional, por exemplo por elementos de aquecimento termelétricos ou por queimadores, ou por medidas dentro do motor, que acarretam em uma elevada temperatura dos gases de descarga. Para que uma

regeneração pretendida do filtro de partículas possa ocorrer por queima de fuligem, é necessário que uma determinada quantidade de fuligem tenha se acumulado na face superior no lado da entrada do filtro de partículas. Se a quantidade de fuligem acumulada sobre o filtro de partículas for muito reduzida, isto pode conduzir a uma queima incompleta de fuligem. Ao contrário, se a quantidade de fuligem acumulada for muito grande, isto pode conduzir a uma deterioração do filtro de partículas por ocasião de uma queima de fuligem.

Para este fim, de acordo com um processo previamente conhecido, é detectada a contrapressão dos gases de descarga reinante no sistema de descarga, na direção da corrente antes do filtro de partículas, visto que a contrapressão dos gases de descarga é um parâmetro para a concentração do filtro de partículas. Com a crescente concentração de fuligem no filtro de partículas, a contrapressão dos gases de descarga se eleva. A contrapressão reinante nesta região do sistema de descarga não é, porém, apenas dependente da concentração do filtro de partículas, porém em especial também de outras grandezas operacionais, por exemplo da condição de carga do motor, no qual esse se encontra no momento da detecção da contrapressão dos gases de descarga. Por causa disto, em veículos a motor, nos quais esse processo encontra aplicação, são medidos não só o sinal da contrapressão dos

gases de descarga para determinação da concentração do filtro de partículas, mas também outras grandezas detectoras do estado de funcionamento do motor e, de modo especial, de sua condição de carga, como por exemplo o ar de combustão alimentado ao motor, o número de rotações do motor e semelhantes. Com essas e outras grandezas, o sinal de contrapressão dos gases de descarga detectado para determinação da concentração do filtro de partículas é plotado e avaliado, a fim de eliminar os ruídos contidos no sinal de contrapressão dos gases de descarga, que não permitem nenhuma inferência sobre a concentração do filtro de partículas. Para este fim, um maior número de interfaces precisa ser previsto para a execução de um processo destes, p. ex., em um veículo a motor ou também em máquinas de construção acionadas por motor a diesel, a fim de poder detectar e plotar as grandezas de medição necessárias. Mesmo que a obtenção das interfaces em um novo projeto de veículo a motor possa ser menos problemática, ela constitui, porém, em geral um critério de exclusão para retrofitar um veículo com um filtro de partículas de diesel, o qual precisa ser regenerado em determinados intervalos de tempo, de modo especial quando ela deva ser procedida com um custo representativo. O mesmo vale para máquinas de construção.

Partindo deste estado discutido da técnica, a presente invenção tem como tarefa aperfeiçoar de tal modo

um processo genérico inicialmente citado, que permita uma determinação adequada e exata da concentração real de fuligem em um filtro de partículas, acoplado ao sistema de descarga, sem necessitar necessariamente de uma interface para fornecimento de determinadas grandezas da condição operacional do motor.

De acordo com a invenção, essa tarefa é solucionada, por um lado, pelo fato da contrapressão dos gases de descarga produzida pelo filtro de partículas ser detectada como parâmetro para a concentração real de fuligem no filtro de partículas e da contrapressão dos gases de descarga ser medida, quando as seguintes condições forem satisfeitas,

- de que o motor se encontre em marcha lenta,
- de que a reversão dos gases de descarga se encontre desligada, e
- de que relações correspondentes a essa condição operacional do motor tenham ocorrido na parte do sistema de descarga acoplada ao filtro de partículas, e
- que, a seguir, o sinal de contrapressão dos gases de descarga seja comparado a um valor limite representativo de uma concentração de fuligem suficiente para iniciação de uma regeneração do filtro de partículas, e o dispositivo de aquecimento seja ativado, ou possa ser ativado, para iniciação da etapa de regeneração, quando o sinal de contrapressão dos gases de descarga detectado for superior

ao valor limite. Essa solução é, de preferência, aplicada para aquelas máquinas de combustão interna, que forem dinamicamente operadas e que se encontrem renovadamente em marcha lenta, conforme ocorre regularmente com veículos a motor.

Por outro lado, a tarefa anteriormente citada é solucionada pelo fato de, dentro de um ciclo operacional, a temperatura dos gases de descarga fluindo de encontro ao filtro de partículas ser repetidamente detectada, plotada em função do número atual de rotações da máquina de combustão interna, com vistas a uma concentração no filtro de partículas correspondente a essa condição operacional, os resultados plotados serem somados, a soma ser comparada com um valor limite predeterminado, representativo como apropriado da concentração para uma regeneração do filtro de partículas e, por ultrapassagem do valor limite, o dispositivo de aquecimento ser liberado para iniciação da etapa de regeneração e de um novo ciclo operacional ser iniciado após a etapa de regeneração. Essa solução encontra aplicação para aquelas máquinas de combustão interna, que raramente atingem uma condição operacional, na qual ocorre uma queima automática de fuligem, ou para aquelas máquinas, em cujo funcionamento via de regra não são previstas, ou não ocorrem, fases de marcha lenta. Este é o caso, de um modo geral, em máquinas de construção acionadas por motor a diesel, p. ex. para acionamento de sistemas hidráulicos.

Em ambos os processos, outras grandezas operacionais não se tornam basicamente necessárias. As grandezas operacionais necessárias permitem ser facilmente detectadas por sensores em uma retrofitagem. Assim, os processos propostos se adaptam, de modo especial, também para retrofitagem de máquinas de combustão interna existentes.

No processo inicialmente citado, a detecção de outras grandezas operacionais para compensação do sinal de contrapressão dos gases de descarga não é basicamente necessária. Esse processo utiliza o fato de que o sinal de contrapressão dos gases de descarga detectável é amplamente determinado pelo filtro de partículas e sua concentração, com o motor estando em marcha lenta e sem carga. Para elevação do contraste de medição entre a contrapressão dos gases de descarga, que se ajusta no filtro de partículas sem carga, e aquela, que se ajusta no filtro carregado com fuligem, a reversão dos gases de descarga, normalmente existente em modernos motores a diesel, é desativada antes da detecção do sinal de contrapressão dos gases de descarga, o que acarreta em um maior transporte volumétrico dentro do sistema de descarga. Após a detecção ou medição do sinal de contrapressão dos gases de descarga na condição operacional descrita, essa é comparada ao valor limite, o qual serve como parâmetro para a presença de uma concentração suficiente de fuligem no filtro de partículas,

no qual se depositou uma quantidade suficiente de fuligem, a fim de poder iniciar uma regeneração predeterminada. Caso esse valor limite seja excedido, uma queima de fuligem pode ser basicamente iniciada, por meio da ativação do dispositivo de aquecimento, p. ex. por energização de um dispositivo de aquecimento termelétrico. Porém, para evitar uma queima prematura de fuligem, em decorrência de um sinal incorreto de contrapressão dos gases de descarga, é previsto num aperfeiçoamento vantajoso desse processo, que o dispositivo de aquecimento somente seja ativado, após o sinal de contrapressão dos gases de descarga detectado da fase de marcha lenta imediatamente anterior, ou de duas ou mais fases de marcha lenta imediatamente anteriores, ter excedido o valor limite.

Através do emprego do processo em um veículo a motor, ocorre uma regeneração do filtro de partículas, quer pela iniciação ativa de uma regeneração da maneira descrita, quer pelo fato de, através de uma predeterminada condição de carga prolongada do motor, a temperatura dos gases de descarga no filtro de partículas é alta o suficiente, a fim de que ocorra automaticamente uma regeneração do filtro de partículas. Porém, para o caso de não ocorrer nenhuma das duas situações e, por conseguinte, não ocorrer uma regeneração do filtro de partículas, é oportuno iniciar ativamente uma regeneração, quando um determinado ciclo operacional tiver decorrido. Uma

determinação desse ciclo operacional pode ser, p. ex., um intervalo de tempo relativo ao tempo de funcionamento do motor e/ou também a distância percorrida por um veículo a motor. Caso um ciclo operacional desses seja concluído, uma regeneração do filtro de partículas é ativamente iniciada.

No segundo processo citado, se faz necessário basicamente apenas um sensor de temperatura para detecção da temperatura dos gases de descarga fluindo de encontro ao filtro de partículas. Uma captação do número de rotações do motor é facilmente realizável, de modo especial também sem precisar necessariamente de uma interface no sistema de controle do motor. Esse processo de baseia no fato de que a temperatura dos gases de descarga se eleva com um aumento da carga, com número de rotações constante. O funcionamento de uma máquina de combustão interna sob carga mais elevada acarreta igualmente em uma maior emissão de fuligem, devido à maior quantidade de combustível necessária à queima. Assim, esta grandeza pode ser empregada como parâmetro para o respectivo aumento da concentração real no filtro de partículas. Através das repetidas medições de temperatura/ número de rotações dentro de um ciclo operacional, pode-se inferir a concentração atual de fuligem no filtro de partículas. As grandezas de concentração determinadas a partir dos dados de temperatura e número de rotações detectados são somadas, para poder monitorar a crescente concentração de fuligem no filtro de partículas durante o

período de funcionamento da máquina de combustão interna neste ciclo operacional. Caso a concentração real de fuligem no filtro de partículas, determinada desta maneira, atinja um valor limite predeterminado, que é de tal modo escolhido, a fim de que a concentração do filtro de partículas seja adequada para a iniciação de uma queima de fuligem, o qual, por outro lado, pode ser também escolhido de tal forma, que a concentração não tenha ainda atingido uma grandeza crítica, que prejudique o funcionamento da máquina de combustão interna, ou onde, em uma queima de fuligem, ocorra o risco do filtro de partículas poder ser deteriorado, o dispositivo de aquecimento é liberado com o alcance ou ultrapassagem desse valor limite, para que basicamente uma queima de fuligem possa ser iniciada. Dependendo do funcionamento do processo, essa pode ser acionada simultaneamente com a liberação do dispositivo de aquecimento, assim que a queima de fuligem é iniciada com a liberação, ou o dispositivo de aquecimento só é ligado, quando uma outra condição, p. ex., que o motor funcione em uma determinada condição operacional. A correlação entre a ativação do dispositivo de aquecimento e a existência de uma determinada condição operacional do motor acarreta em que a queima de fuligem possa ser iniciada, quando ocorra uma condição operacional do motor, possivelmente ideal para uma queima de fuligem. Dependendo da condição operacional real do motor, a iniciação da queima de fuligem pode

produzir uma seqüência distinta de regeneração, com vistas ao elemento superficial filtrante regenerado. Por causa disto é oportuno, após a liberação do dispositivo de aquecimento para iniciação da etapa da regeneração, aguardar primeiro durante um certo intervalo de tempo, para verificar se o motor é colocado em tal condição operacional. Isto ocorre dentro de um certo intervalo de tempo, para que, em todo caso, o dispositivo de aquecimento seja ligado, no caso de decurso sem efeito do mesmo, para deflagrar a queima de fuligem. Dentro desse intervalo de tempo, pode ser prevista a redução das exigências com vistas à qualidade do resultado de regeneração em uma determinada condição operacional do motor.

No escopo destas modalidades, é feita diferenciação entre os conceitos "liberação" e "ligação". Um dispositivo de aquecimento é liberado, quando uma primeira condição é satisfeita. Dependendo da configuração do processo, a queima da fuligem, através da ligação do dispositivo de aquecimento, pode ocorrer ao mesmo tempo com a liberação. De acordo com outras configurações, o dispositivo de aquecimento somente é ativado, quando uma ou mais condições forem satisfeitas. Assim, no último caso, os instantes de tempo da liberação e da ligação são sempre distintos entre si.

Em seguida, a invenção é descrita, com base em exemplos de execução, com referência às figuras anexas. São mostrados:

na fig. 1, um fluxograma para representação de um processo para controle do acionamento de um dispositivo de aquecimento termelétrico para regeneração de um filtro de partículas acoplado ao sistema de descarga de um motor a diesel de um veículo a motor;

na fig. 2, um diagrama representativo da faixa operacional de um outro processo para controle do acionamento de um dispositivo de aquecimento termelétrico para regeneração de um filtro de partículas acoplado ao sistema de descarga de um motor a diesel de um veículo a motor.

No processo representado na figura 1, a concentração de fuligem do filtro de partículas é determinada em cada fase de marcha lenta do motor, através da medição da contrapressão dos gases de descarga S_{IST}. A fim de garantir que condições de contrapressão dos gases de descarga substancialmente constantes predominem no sistema de descarga acoplado ao filtro de partículas, ocorre uma medição da contrapressão dos gases de descarga S_{IST}, na modalidade descrita, somente após a condição de marcha lenta ter-se estabilizado por cinco segundos. Com o alcance do número de rotações em marcha lenta, a reversão dos gases de descarga AGR é desligada. Com a medição atual da

contrapressão dos gases de descarga, é aguardado até que condições suficientemente constantes ocorram nesta parte do sistema de descarga para a medição da contrapressão dos gases de descarga. Basicamente, um intervalo predeterminado ou pretendido de tempo adequado à situação operacional pode ser aguardado, até que a medição da contrapressão dos gases de descarga seja conduzida. De acordo com uma outra modalidade, são previstos a detecção contínua da pressão dos gases de descarga e o emprego desse valor para a avaliação subseqüente, que corresponde, dentro de determinados limites de tolerância, a um certo número de medições anteriores. A constância, então ocorrida, dos valores da contrapressão dos gases de descarga detectados vale como parâmetro, para que condições constantes tenham passado a reinar no setor do sistema de descarga acoplado ao filtro de partículas. A detecção do número de rotações possivelmente necessária para tal pode ser realizada facilmente, através de um sensor no dínamo do motor a diesel.

O sinal da contrapressão dos gases de descarga S_{IST} detectado é, a seguir, comparado com um valor limite S_W. A grandeza do valor limite S_W representa uma contrapressão dos gases de descarga, a partir da qual pode-se assumir que a concentração de fuligem no filtro de partículas esteja alta o suficiente, para poder iniciar uma queima intencional de fuligem. Se o sinal da contrapressão dos

gases de descarga S_{IST} for superior ao valor limite S_W, é gerado um sinal de disparo, o qual aciona um medidor "Detecção da Concentração". Uma iniciação real da etapa de regeneração, porém, só ocorre por motivos de redundância de medição no exemplo de modalidade apresentado, quando não só o sinal da contrapressão dos gases de descarga S_{IST}, como também uma pluralidade, p. ex. dois sinais de contrapressão dos gases de descarga, detectados imediatamente antes, forem superiores ao valor limite S_W.

Para o caso de não ocorrer uma condição de marcha lenta após um determinado ciclo operacional, o tempo de funcionamento do motor é também detectado, no exemplo de modalidade representado. O tempo de funcionamento do motor é monitorado em um outro medidor "Detecção do Tempo de Funcionamento do Motor". Caso não ocorra nenhuma regeneração do filtro de partículas, iniciada de outra forma, dentro de um intervalo de tempo pré-ajustado de funcionamento do motor a diesel, uma regeneração do filtro de partículas é, então, iniciada, devido à ultrapassagem do tempo de funcionamento do motor predeterminado. O intervalo de tempo pré-ajustado, após o qual ocorre o início de uma regeneração do filtro, é dimensionado de tal forma, que em presença de uma operação com carga média do motor a diesel após o decurso desse intervalo de tempo, exista uma concentração suficiente de fuligem no filtro de partículas, para se poder proceder a uma regeneração pretendida.

A detecção da concentração descrita e a detecção do tempo de funcionamento do motor descrita servem, assim, para uma determinação da concentração com fuligem no filtro de partículas.

Em paralelo às duas detecções descritas, é procedida igualmente a uma detecção da condição de carga do motor a diesel. Essa detecção da condição de carga pode ser reduzida ao fato de detectar apenas aquelas condições, nas quais ocorra uma queima de fuligem automática e, assim, o motor a diesel permaneça, por um determinado intervalo de tempo, em uma determinada condição de carga, de modo que a temperatura dos gases de descarga seja alta o suficiente para disparar uma queima instantânea de fuligem. Essa condição de carga permite ser detectada, p. ex., através do número de rotações do motor a diesel e através de uma observação da duração da permanência do motor a diesel nessa condição de carga. É cogitada igualmente uma detecção da temperatura dos gases de descarga, antes do filtro de partículas. Caso o motor a diesel seja operado na condição de carga prevista para a regeneração automática durante um determinado intervalo de tempo t_x, pode-se partir da suposição que o filtro de partículas tenha sido automaticamente regenerado. Se isto for constatado, os medidores para detecção do tempo de funcionamento do motor e para detecção da concentração de fuligem são restaurados,

durante a determinação da contrapressão dos gases de descarga.

Caso a condição de carga para regeneração do filtro de partículas, anteriormente descrita, seja atingida, a fase em marcha lenta subseqüente pode ser empregada para adaptar o valor limite S_W à contrapressão dos gases de descarga, continuamente crescente, no filtro de partículas. Se o filtro de partículas não for limpo, a contrapressão dos gases de descarga produzida pelo filtro de partículas se eleva no decurso do tempo de operação, através do acúmulo gradual de partículas de cinzas, como resíduos inevitáveis das etapas de regeneração. O sinal da contrapressão dos gases de descarga detectado nesta fase em marcha lenta reproduz, então, com relação à sua grandeza, um novo valor para a contrapressão dos gases de descarga para o filtro de partículas descarregado. Em função da alteração representada entre o valor atual do filtro de partículas descarregado e o valor limite anteriormente empregado, o valor limite S_W necessário para a comparação dos valores limite é adaptado. O valor limite S_W pode ser também adaptado, com relação a outros fatores, caso isto seja desejado ou necessário.

Na fase do processo, caracterizada como etapa decisória na fig. 1, ocorre a determinação do instante de tempo, no qual uma regeneração do filtro de partículas é ativamente iniciada. Isto pode ocorrer, por um lado, quando

o medidor de detecção da concentração atingir o valor predeterminado durante a determinação da contrapressão dos gases de descarga respectivamente predominante. Para o caso da reversão dos gases de descarga estar desligada, essa será ligada. Uma energização do dispositivo de aquecimento termelétrico ocorre no exemplo de modalidade representado somente então, quando, além disto, o motor tiver atingido um determinado número mínimo de rotações H_{Umin}. Com um número de rotações superior ao número de rotações em marcha lenta, uma corrente mais alta para energização do dispositivo de aquecimento pode ser desviada do sistema de um veículo a motor. Caso esse número de rotações H_{Umin} seja excedido, o dispositivo de aquecimento é energizado e, na verdade, com intensidade de corrente gradualmente crescente, para que uma ligação do dispositivo de aquecimento não seja perceptível a um usuário e o dínamo seja poupado. A energização do dispositivo de aquecimento até sua alimentação com a intensidade máxima de corrente pode se estender, p. ex. por dois segundos.

No exemplo de modalidade representado, a reversão dos gases de descarga é ligada para ativação do dispositivo de aquecimento termelétrico, ou permanece ligada, caso, no instante de tempo da geração do sinal, essa estiver ligada, para que um aquecimento mais rápido seja possível, através do menor transporte volumétrico, com relação à condição com regeneração dos gases de descarga ligada dentro do sistema

de descarga. Para garantir uma melhor queima de fuligem, a reversão dos gases de descarga é desligada, após o dispositivo de aquecimento ter sido energizado ao longo de um determinado período de tempo T_{HR} com intensidade máxima de corrente, para que seja mantido um maior teor de oxigênio dentro do sistema de descarga, antes do filtro de partículas, para fomentar a queima de fuligem. O dispositivo de aquecimento termelétrico permanece ligado durante um intervalo de tempo T_H, sendo então gradualmente desligado. Esse intervalo é previsto de maneira longa o suficiente, para que uma queima de fuligem tenha sido iniciada, em todo o caso, com o dispositivo de aquecimento empregado. Após um intervalo de tempo T_R predeterminado, a reversão dos gases de descarga é novamente ligada, já que se parte do pressuposto que, em todo o caso, uma queima completa de fuligem tenha ocorrido até este instante de tempo. Após a regeneração bem sucedida, com a ligação da reversão dos gases de descarga é procedida a restauração simultânea dos dois medidores "Detecção do Tempo de Funcionamento do Motor" e "Detecção da Concentração".

Caso a etapa de regeneração seja disparada pelo medidor "Detecção da Concentração", ocorre igualmente uma restauração do medidor "Detecção do Tempo de Funcionamento do Motor".

Caso o motor seja desligado durante o processo de regeneração, ou seja constatada uma outra perturbação da

etapa de regeneração antes do alcance do instante e tempo T_R, os medidores "Detecção da Concentração" e "Detecção do Tempo de Funcionamento do Motor" não são restaurados e, na próxima oportunidade, a regeneração é novamente iniciada.

Para o caso de uma regeneração não ter ocorrido dentro do intervalo de tempo previsto de funcionamento do motor, um sinal de disparo é emitido pelo medidor "Detecção do Tempo de Funcionamento do Motor".

A fig. 2 apresenta o diagrama de temperatura x número de rotações, para determinação de uma faixa operacional para um outro processo para controle do acionamento de um dispositivo de aquecimento para regeneração de um filtro de partículas acoplado ao sistema de descarga de um motor a diesel. No eixo dos Y é plotada a temperatura dos gases de descarga fluindo de encontro ao filtro de partículas. No eixo dos X é plotado o número de rotações do motor. Os pontos de interseção da faixa operacional desenhada nesse diagrama representam uma quantidade de concentração de fuligem, com relação ao número de rotações e da condição de carga do motor a uma determinada temperatura dos gases de descarga, medida na região de entrada do filtro de partículas de óleo diesel, cuja quantidade se deposita no filtro de partículas, nesta condição operacional do motor. Nesse processo, a concentração de fuligem do filtro de partículas é reproduzida, em que os resultados de plotagem gerados pelas

medições atuais da temperatura/ número de rotações, de acordo com a faixa operacional representada na fig. 2, são mediadas dentro de um certo intervalo de tempo e somadas dentro de um ciclo operacional. A mediação de uma pluralidade de medições da temperatura/ número de rotações realizadas dentro de um intervalo de tempo ocorre, a fim de reduzir o trabalho de cálculo e para compensar as oscilações operacionais. Essas são somadas, através dos resultados de plotagem obtidos no diagrama representado na fig. 2, até que um valor limite predeterminado seja alcançado. Esse valor limite é predeterminado. A determinação do valor limite é concebida de tal modo que, ao atingir o valor limite, a concentração de fuligem do filtro de partículas seja suficiente e apropriada, para garantir uma queima de fuligem possivelmente completa. De qualquer modo, esse valor limite é igualmente concebido, para que a queima de fuligem não seja imediatamente necessária no alcance do valor limite, porém, para que basicamente a concentração de fuligem do filtro de partículas possa aumentar ainda mais, sem afetar negativamente a operação da máquina de combustão interna, e ainda sem precisar arcar com os riscos de uma concentração muito alta de fuligem em uma queima de fuligem. O alcance ou ultrapassagem do valor limite apresenta nesse processo uma primeira condição, que precisa ser preenchida, se o dispositivo de aquecimento precisar ser ativado.

Com o alcance do valor limite, o dispositivo de aquecimento, de acordo com o exemplo de modalidade, é liberado no processo, assim que a ligação do dispositivo de aquecimento depende do fato de uma outra condição ser satisfeita. No processo descrito, esta segunda condição é a condição operacional da máquina de combustão interna. Nesse processo, procura-se iniciar uma queima de fuligem, quando não só a concentração de fuligem do filtro de partículas é adequada para tal, como também quando as condições operacionais da máquina de combustão interna estiverem favoráveis e, assim, auxiliem em uma queima de fuligem. A queima de fuligem é auxiliada por gases de descarga possivelmente quentes. Para este fim, linhas de resultado da regeneração são traçadas na fig. 2, nas quais o resultado presumível da regeneração é legível, em função da condição operacional do motor e, assim, em função da temperatura dos gases de descarga antes do filtro de partículas, e do número de rotações. Os dados percentuais fictícios nessa figura reproduzem a superfície presumivelmente regenerada em uma regeneração do elemento filtrante fornecido pelo filtro de partículas, quando a queima de fuligem é iniciada em uma condição operacional, a qual se encontra em uma das linhas representadas na fig.2. Após o valor limite de concentração ser ultrapassado e, assim, o dispositivo de aquecimento ser liberado, a iniciação da queima de fuligem é aguardada, até que a

máquina de combustão interna atinja uma condição operacional tal, que uma regeneração possivelmente completa do filtro de partículas seja prevista. A fim de evitar um carregamento excessivo do filtro de partículas, é fornecido um intervalo de tempo, no qual a condição operacional ideal da máquina de combustão interna, necessária para ativação do dispositivo de aquecimento, precisa ser alcançada. Esse intervalo de tempo é subdividido em intervalos unitários de tempo, cada qual com um critério de alta exigência distinto referente à condição operacional da máquina de combustão interna para ativação do dispositivo de aquecimento. Em um primeiro intervalo de tempo, deverá se esperar sempre por uma condição operacional da máquina de combustão interna, na qual seja possível uma regeneração de no mínimo 90% do filtro de partículas. Caso esta condição não seja preenchida e, assim, uma regeneração do filtro de partículas não ocorra dentro do primeiro intervalo, a exigência é reduzida no segundo intervalo de tempo, p. ex. para 80%. A graduação dos intervalos de tempo e o grau de redução podem ser adaptados às respectivas condições operacionais do motor. Caso a segunda condição, a saber, o alcance de uma determinada condição operacional do motor não seja alcançado após o decurso do intervalo de tempo, o dispositivo de aquecimento é em todo caso ativado, de modo independente da condição operacional do motor, para iniciar

uma regeneração do filtro de partículas. Após o sucesso da regeneração, se inicia o próximo ciclo operacional.

Ao invés de uma medição da temperatura imediatamente na região de entrada de fluxo do filtro de partículas, essa pode ocorrer em outra posição no lado de entrada de fluxo, antes do filtro de partículas do sistema de descarga.

Esse processo descrito com relação à fig. 2 pode ser também empregado, para ser combinado com o processo descrito na fig. 1, onde então o processo descrito na fig. 2 é sempre empregado, quando uma fase em marcha lenta não tiver sido alcançada dentro de um determinado ciclo operacional.

- REIVINDICAÇÕES -

1. PROCESSO PARA CONTROLE DO ACIONAMENTO DE UM DISPOSITIVO DE AQUECIMENTO PARA REGENERAÇÃO DE UM FILTRO DE PARTÍCULAS ACOPLADO NO SISTEMA DE DESCARGA DE UMA MÁQUINA DE COMBUSTÃO INTERNA, p. ex. de um motor a diesel, caracterizado por a contrapressão dos gases de descarga gerada pelo filtro de partículas ser captada como parâmetro para a concentração real de fuligem no filtro de partículas, e da contrapressão dos gases de descarga (S_{IST}) ser medida, quando as seguintes condições forem satisfeitas,

- de que o motor se encontre em marcha lenta,

- de que a reversão dos gases de descarga (AGR) se encontre desligada, e

- de que relações correspondentes a essa condição operacional do motor tenham ocorrido na parte do sistema de descarga acoplada ao filtro de partículas, e

que, a seguir, o sinal de contrapressão dos gases de descarga (S_{IST}) seja comparado a um valor limite (S_W) representativo de uma concentração de fuligem suficiente para iniciação de uma regeneração do filtro de partículas, e o dispositivo de aquecimento possa ser liberado para iniciação da etapa de regeneração, quando o sinal de contrapressão dos gases de descarga (S_{IST}) detectado for superior ao valor limite (S_W).

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado por, após a liberação do dispositivo de aquecimento para iniciação da etapa de regeneração, esse só ser ligado, quando o sinal de contrapressão dos gases de descarga (S_{IST}) atual detectado e, pelo menos, um ou mais sinais de contrapressão dos gases de descarga, detectados imediatamente antes, forem superiores ao valor limite (S_W).

3. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 e 2, caracterizado por a condição de carga do motor ser detectada e de, através da determinação da condição de carga (t_{LSR}) mantida por um período de tempo predeterminado (t_X), na qual ocorre automaticamente uma queima de fuligem e, assim, uma regeneração do filtro de partículas, os medidores para geração do sinal de iniciação serem restaurados.

4. Processo, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por o valor limite (S_W), com o qual os sinais de contrapressão dos gases de descarga (S_{IST}) detectados são comparados, ser ajustado ao sinal de contrapressão dos gases de descarga, medido na fase em marcha lenta subseqüente a uma restauração do medidor.

5. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado por o dispositivo de aquecimento ser ativado de modo independente de uma liberação anterior para iniciação da etapa de regeneração, mesmo quando nenhuma fase em marcha lenta tiver ocorrido

dentro de um determinado ciclo operacional.

6. Processo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por o tempo de funcionamento do motor e/ou a distância percorrida serem plotados como ciclo operacional.

7. Processo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por, dentro de um ciclo operacional, a temperatura dos gases de descarga fluindo de encontro ao filtro de partículas ser repetidamente detectada, plotada em função do número real de rotações da máquina de combustão interna, com vistas a uma concentração no filtro de partículas correspondente a esta condição operacional, os resultados plotados serem somados, a soma ser comparada com um valor limite predeterminado, representativo como apropriado da concentração, para uma regeneração do filtro de partículas e, por ultrapassagem do valor limite, o dispositivo de aquecimento ser liberado para iniciação da etapa de regeneração, e de um novo ciclo operacional ser iniciado após a etapa de regeneração.

8. PROCESSO PARA CONTROLE DO ACIONAMENTO DE UM DISPOSITIVO DE AQUECIMENTO PARA REGENERAÇÃO DE UM FILTRO DE PARTÍCULAS ACOPLADO NO SISTEMA DE DESCARGA DE UMA MÁQUINA DE COMBUSTÃO INTERNA, p. ex. de um motor a diesel, caracterizado por, dentro de um ciclo operacional, a temperatura dos gases de descarga fluindo de encontro ao filtro de partículas ser repetidamente detectada, plotada em

função do número atual de rotações da máquina de combustão interna, com vistas a uma concentração no filtro de partículas correspondente a essa condição operacional, os resultados plotados serem somados, a soma ser comparada com um valor limite predeterminado, representativo como apropriado da concentração para uma regeneração do filtro de partículas e, por ultrapassagem do valor limite, o dispositivo de aquecimento ser liberado para iniciação da etapa de regeneração, e de um novo ciclo operacional ser iniciado após a etapa de regeneração.

9. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 ou 8, caracterizado por ocorrer uma detecção da temperatura e do número de rotações ao longo de um período predeterminado, dos dados da temperatura e do número de rotações detectados serem mediados dentro desse período, e desse valor médio ser empregado para outra medição.

10. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 9, caracterizado por, após a liberação do dispositivo de aquecimento para iniciação da etapa de regeneração, o dispositivo de aquecimento ser ativado, quando a máquina de combustão interna se encontrar em uma condição operacional, na qual possa ser considerada a regeneração de uma superfície possivelmente grande do filtro de partículas.

11. Processo, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por, para determinação da condição operacional favorável da máquina de combustão interna para uma regeneração, a temperatura dos gases de descarga fluindo de encontro ao filtro de partículas ser detectada e plotada em função do número atual de rotações da máquina de combustão interna, com vistas à probabilidade de sucesso da regeneração correspondente a essa condição operacional.

12. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 e 11, caracterizado por o intervalo de tempo entre a liberação e a ligação do dispositivo de aquecimento ser limitado e de, após o decurso do intervalo de tempo, o dispositivo de aquecimento ser ativado de modo independente da condição operacional da máquina de combustão interna.

13. Processo, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado por as exigências da qualidade prevista de uma queima de fuligem serem reduzidas com a diminuição do tempo restante do intervalo de tempo.

14. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado por o dispositivo de aquecimento ser um dispositivo de aquecimento termelétrico, de modo especial, um aquecimento por irradiação.

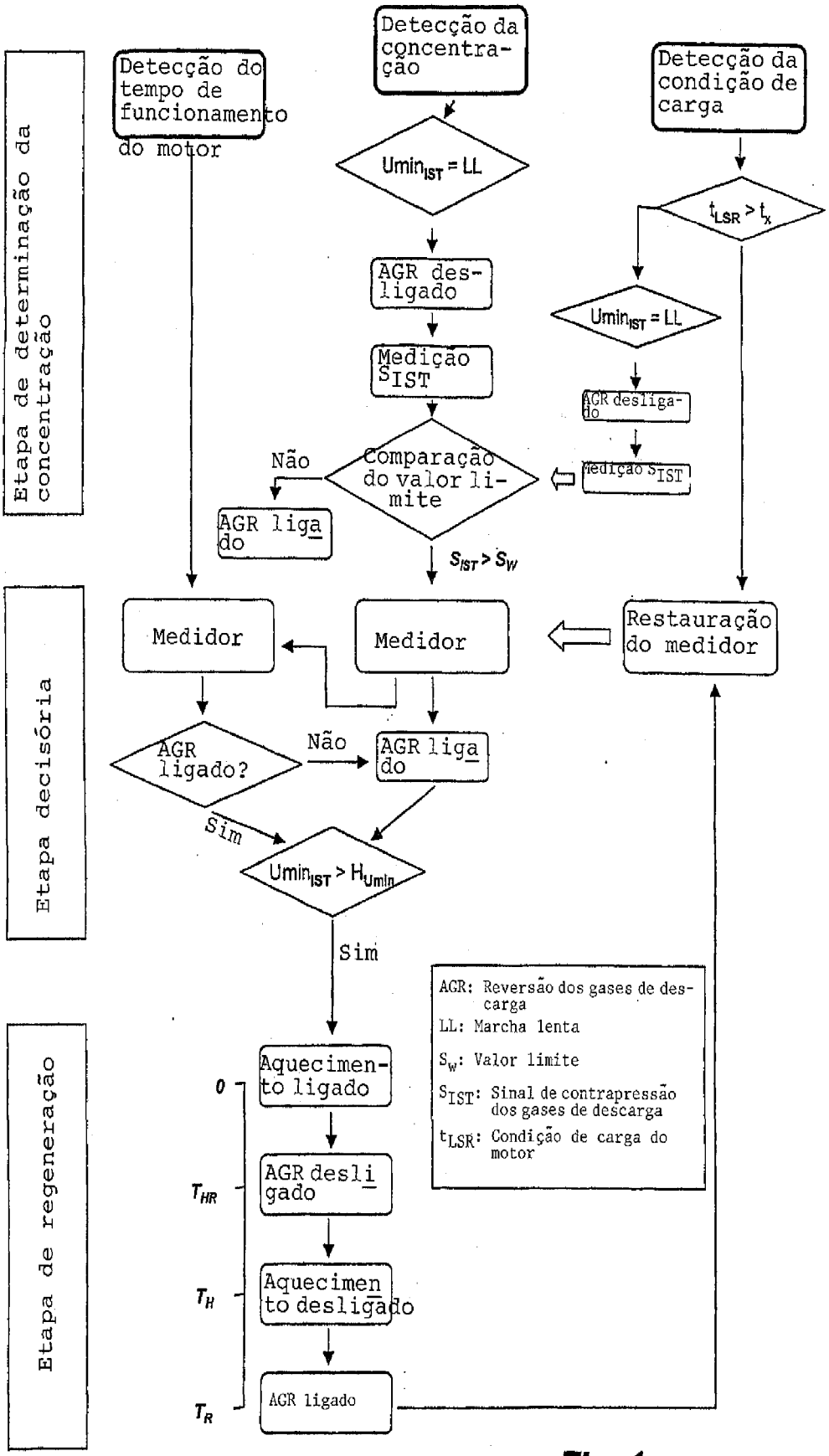

Etapa de determinação da concentração
Etapa decisória
Etapa de regeneração
Detecção do tempo de funcionamento do motor
Detecção da concentração
Detecção da condição de carga
Umin$_{IST}$ = LL
$t_{LSR} > t_x$
AGR desligado
Medição S_{IST}
Comparação do valor limite
Não
AGR ligado
$S_{IST} > S_W$
Medidor
Medidor
Restauração do medidor
AGR ligado?
Não
AGR ligado
Sim
Umin$_{IST}$ > H$_{Umin}$
Sim
Aquecimento ligado
AGR desligado
Aquecimento desligado
AGR ligado
0
T_{HR}
T_H
T_R
AGR: Reversão dos gases de descarga
LL: Marcha lenta
S_W: Valor limite
S_{IST}: Sinal de contrapressão dos gases de descarga
t_{LSR}: Condição de carga do motor

Fig. 1

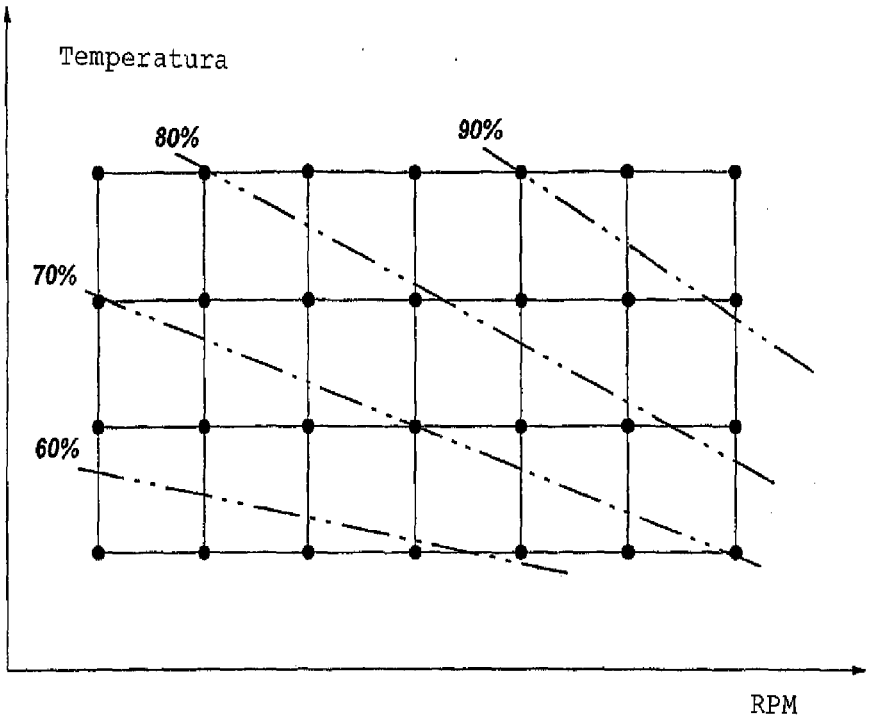


Fig. 2