



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

(21) **PI 1001584-1 A2**



(22) **Data de Depósito:** 13/05/2010

(43) **Data da Publicação:** 15/09/2015
(RPI 2332)

(54) **Título:** MÉTODO PARA CONTROLAR A
DETONAÇÃO DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO
INTERNA

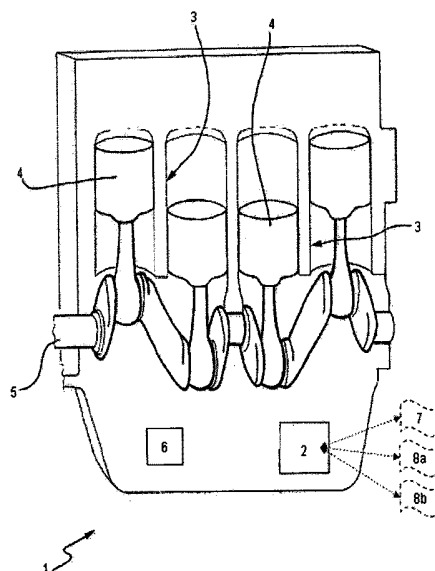
(51) **Int.Cl.:** F02P5/152

(30) **Prioridade Unionista:** 13/05/2009 IT BO2009A
000308

(73) **Titular(es):** MAGNETI MARELLI S. P. A.

(72) **Inventor(es):** FABIO VITALE, FILIPPO CAVANNA,
NICOLA GARAGNANI, ROCCO CANIO CARETINI,
STEFANO SGATTI

(57) **Resumo:** MÉTODO PARA CONTROLAR A
DETONAÇÃO DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO
INTERNA. Um método para controlar a detonação de um
motor de combustão interna (1), que apresenta as
seguintes etapas: determinar um avanço de faísca (AA),
determinar, em uma etapa de concepção e de criação,
pelo menos dois mapas adaptativos (8) que fornecem
pelo menos parte de uma correção antecipada
instantânea (CAI) do avanço de faísca (AA) de acordo
com o ponto do motor para os combustíveis com o valor
antidetonante alto e para combustíveis com valor
antidetonante baixo, respectivamente, reconhecendo o
valor antidetonante do combustível introduzido através de
reabastecimento, usando, para determinar a correção
antecipada instantânea (CAI) de acordo com o ponto do
motor, o mapa adaptativo (8) correspondente ao valor
antidetonante do combustível em uso, aplicando a
correção antecipada instantânea (CAI) para o avanço de
faísca (AA); detectar o início do fenômeno de detonação,
e atualizar a correção antecipada instantânea (CAI) de
acordo com o início dos fenômenos de detonação.



Método para controlar a detonação de um motor de combustão interna.**SETOR TÉCNICO**

A presente invenção se relaciona ao método para controlar a detonação de um motor de combustão interna.

5 TÉCNICA ANTERIOR

Como é sabido, o valor antidetonante de um combustível representa a propriedade do próprio combustível para inflamar durante o curso de um pistão dentro de um cilindro de um motor de combustão interna. Em outras palavras, pode-se dizer, grosseiramente, que o valor antidetonante de um combustível representa
10 a "resistência" do combustível para bater, ou seja, sua resistência que dará origem a uma explosão como um mero resultado da pressão do pistão.

O valor antidetonante é medido através do número de octanas, que é convencionalmente indicado em uma escala de 1 (que representa um combustível ruim) a 100 (que representa um combustível bom) e é obtido
15 experimentalmente para os diferentes tipos de combustível. O número de octanas está diretamente ligado à presença de determinadas substâncias antidetonantes no combustível, que conseguem reduzir consideravelmente as tensões mecânicas e térmicas para as quais o motor de combustão interna do motor de um veículo é submetido. Na verdade, quanto maior o número de octanas, maior será o valor
20 antidetonante do combustível, e isso significa que o risco de ignição do combustível devido à compressão simples causada pelo pistão (por exemplo, na ausência da faísca gerada pela vela de ignição) é reduzida.

A gasolina normalmente à venda tem um número de octano 95, embora atualmente várias empresas petrolíferas proponham a venda de
25 combustíveis que ofereçam altos níveis de desempenho (portanto, vendidas a um preço mais elevado), com o número de octanas compreendido entre 98 e 100. Assim, os combustíveis com propriedades químicas muito diferentes uns dos outros são vendidos de forma indiferente para suprir as necessidades dos motores de combustão interna com ignição controlada.

30 Esse problema é ainda mais sentido em alguns países emergentes nos quais, freqüentemente, em estações de reabastecimento apenas algumas centenas de quilômetros de distância umas das outras é possível reabastecer com dois combustíveis que têm um número de octanas diferentes um do outro e, portanto, um valor antidetonante diferente.

35 Esta diferença representa um problema não trivial para o sistema de controle de um motor de combustão interna com controle de ignição. Na verdade, uma unidade de controle eletrônico para controlar um motor usa, para realizar o controle da combustão, parâmetros pré-determinados, entre os quais o valor

antidetonante, típico de um combustível de referência padrão. No caso do combustível efetivamente utilizado afastar significativamente esses parâmetros pré-determinados, é de fundamental importância permitir o reconhecimento imediato desta condição para que possa reagir de forma adequada. Isto é possível através da adaptação da resposta da unidade de controle eletrônico para o combustível em uso após o reabastecimento, de modo a produzir uma reação que está em consonância com o valor antidetonante do novo combustível.

Na sequência da variação do valor antidetonante do combustível, é, então, necessário assegurar a manutenção do motor e garantir a manutenção de um conforto de condução e condições aceitáveis de segurança para os ocupantes do veículo automotivo.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

O objetivo da presente invenção é fornecer um método para controlar a detonação em um motor de combustão interna, que será livre dos inconvenientes da técnica anterior, permitirá aumentar o nível de confiabilidade do motor de combustão interna, e será conveniente e economicamente vantajoso para implementar.

É fornecido de acordo com a presente invenção um método para controlar a detonação em um motor de combustão interna de acordo com o que é reivindicado nas reivindicações em anexo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A presente invenção será agora descrita com referência aos desenhos em anexo, que ilustram um exemplo de não limitação de personificação da mesma, e na qual:

- A Figura 1 é uma visão esquemática de um motor de combustão interna funcionando de acordo com o método para controlar a detonação objeto da presente invenção; e
- A Figura 2 é uma visão esquemática de um mapa usado em uma unidade de controle eletrônico para controlar o motor de combustão interna da Figura 1.

CONFIGURAÇÕES PREFERIDAS DA INVENÇÃO

Na Figura 1, o número de referência 1 designa como um conjunto um motor de combustão interna com ignição controlada para um veículo automotivo que é fornecido com um circuito de alimentação de combustível (não ilustrado). O circuito de alimentação de combustível compreende um duto de reabastecimento de combustível, que é conectado à entrada de um tanque de enchimento com o combustível durante o reabastecimento de uma bomba de combustível.

O circuito de alimentação de combustível, em seguida, compreende um tubo de saída do reservatório para abastecimento do combustível de um

coletor de injeção comum (não ilustrado), que é controlado por uma unidade de controle eletrônico 2. A unidade de controle eletrônico 2 regula a injeção de combustível dentro dos cilindros 3 do motor de combustão interna 1, calculando vezes e quantidade do combustível a ser injetado através de um conjunto injetor (não ilustrado). Em especial, o motor de combustão interna 1 inclui quatro cilindros 3, cada uma das quais abriga de forma deslizante um respectivo pistão 4, que é ligado mecanicamente ao virabrequim 5.

O pistão 4 obtém uma mistura de combustível e ar (ou seja, sustentador da combustão) dentro de 3 cilindros em curso inicial, ao passo que ele o comprime conforme retorna para trás. Um pouco antes de terminar a etapa de compressão, a vela de ignição (não ilustrada) inflama a mistura de combustível e ar, provocando uma combustão que empurra o pistão 4 para baixo, reiniciando o ciclo.

Nem todos os combustíveis, no entanto, queimam a mesma medida, e os parâmetros que determinam a ignição, por exemplo, temperatura e pressão, bem como as características intrínsecas do combustível e, principalmente, o seu valor antidetonante.

Na ignição controlada de combustão interna do motor 1, o objetivo é obter o combustível para incendiar-se quando a vela de ignição faiscar, e não antes, uma condição que surge quando o combustível tem um valor antidetonante que é muito baixo em relação ao modo operacional. Neste caso, o combustível se inflama de forma espontânea e antecipada, dando origem ao fenômeno que é conhecido como "faíscas", que faz com que a difusão das forças irregulares dentro do motor de combustão interna 1 causem os danos acima, sobretudo, gerando um ruído indesejável que é percebido pelo motorista.

Para detectar fenômenos de detonação iniciais, pelo menos um sensor de detonação do motor é fornecido, que é projetado para adquirir uma quantidade física (por exemplo, vibrações/ acelerações, ruído, correntes de ionização) correlacionada com o fenômeno de detonação e envia um sinal para a unidade de controle eletrônico 2.

Para tentar tirar o motor de combustão interna 1 para operar em condições próximas à detonação, sem, no entanto chegar na detonação (condições que, geralmente, permitem o máximo de eficiência que será alcançada), a unidade de controle eletrônico 2 determina em cada ciclo do motor o avanço de faísca AA para cada cilindro 3. Em particular, a unidade de controle eletrônico 2 lê os valores do avanço de faísca AA a partir de um mapa base 7 (obtido experimentalmente) que é aplicado de forma indiferenciada para todos os três cilindros do motor de combustão interna e que é dividido em um número de células, cada qual identifica unicamente um determinado ponto de operação do motor de combustão interna 1. Cada ponto de operação é identificado por um par de variáveis e, mais precisamente, pelo r.p.m do motor de

combustão interna 1 e pelo coeficiente de preenchimento dos 3 cilindros envolvidos na combustão.

A fim de levar em conta os desvios do tempo, as tolerâncias de construção e, sobretudo, as especificidades da situação atual, a unidade de controle eletrônico 2 determina, em cada ciclo do motor, também uma correção antecipada instantânea CAI do avanço de faísca AA, que é aplicada ao avanço de faísca AA para corrigir o próprio avanço de faísca AA (tanto de forma positiva quanto negativa). A correção instantânea antecipada CAI é dada pela soma de uma contribuição de correção instantânea ICC, que é atualizada a cada ciclo do motor pela unidade de controle eletrônico 2 de acordo com os sinais medidos pelo sensor de detonação do motor e tem o objetivo de evitar o aparecimento de fenômenos de detonação e, conseqüentemente, reagir de imediato em caso de detonação, uma correção adaptável de contribuição CCA, que é aprendida durante a operação e é armazenada propositadamente de acordo com os mapas adaptativos 8. Em outras palavras, a correção instantânea antecipada CAI é dada pela soma algébrica de uma contribuição de correção instantânea ICC, que é atualizada potencialmente em cada ciclo do motor de acordo com o aparecimento de fenômenos de detonação, e uma correção adaptável de contribuição CCA, que é aprendida durante a operação e é armazenada propositadamente de acordo com os mapas adaptativos 8.

De acordo com uma modalidade preferida, determinada em uma etapa de concepção e criação de pelo menos dois (que pode até ser mais) mapas adaptáveis 8 que rendam a correção adaptável de contribuição CCA (isto é, pelo menos em parte da correção instantânea antecipada CAI), como uma função do ponto do motor para combustíveis de valor antidetonante alto e para combustíveis com valor antidetonante baixo, respectivamente. Em especial, um mapa 8a adaptável proporciona a correção adaptável de contribuição CCA de acordo com o ponto do motor para os combustíveis com o valor antidetonante alto, e um mapa 8a adaptável proporciona a correção adaptável de contribuição CCA de acordo com o ponto do motor para combustíveis com baixo valor antidetonante.

De acordo com o que é ilustrado mais detalhadamente na Figura 2, cada mapa adaptativo 8 é, na realidade, dividido em quatro tabelas distintas (identificadas com os numerais romanos I, II, III, IV), cada uma das quais está associada a um respectivo cilindro 3. Cada tabela I-IV de um mapa 8 de um total de 36 células (identificado por um número progressivo na Figura 2), e cada célula por sua vez, identifica um determinado ponto de operação do cilindro 3 envolvido na combustão. Cada ponto de operação é identificado por um par de variáveis e, mais precisamente, pela r.p.m do motor de combustão interna 1 e pelo coeficiente de preenchimento do cilindro 3 envolvido na combustão, que está sendo programada. A fim de não impor uma carga

excessiva de computação na unidade de controle eletrônico 2, as tabelas I a IV são gerenciadas como um único vetor (de acordo com o que é representado de forma mais clara na Figura 2, na verdade, as células dos quatro mapas foram numeradas sequencialmente de 1 a 144). É evidente que é possível aumentar o número de células de cada mapa adaptativo 8, aumentando a granularidade da r.p.m do motor de combustão interna 1 e do coeficiente de preenchimento do cilindro 3, embora deva ser considerado que uma solução de análise mais detalhada leva a um aumento da carga computacional da unidade de controle eletrônico 2 e, portanto, uma redução na velocidade de reação da unidade de controle eletrônico 2 em si.

Quando a unidade de controle eletrônico 2 detecta o reabastecimento do veículo seguindo de um desligamento do motor de combustão interna 1, no reinício posterior do motor de combustão interna 1, a unidade de controle eletrônico 2 reconhece o valor antidetonante do combustível em uso introduzido de reabastecimento e, portanto, utiliza, para determinar a correção adaptável de contribuição CCA do correção instantânea antecipada CAI de acordo com o ponto do motor, o mapa adaptativo 8 correspondente ao valor antidetonante do combustível em uso. Em outras palavras, se antes de reabastecer a unidade de controle eletrônico 2, ela estava usando o mapa adaptativo 8a para combustíveis com valor antidetonante alto, após o reabastecimento deve-se decidir se deseja continuar utilizando tal mapa adaptativo 8a de combustíveis com valor antidetonante alto ou passar para o mapa adaptativo 8b para combustíveis com baixo valor antidetonante; da mesma forma, se antes de reabastecer a unidade de controle eletrônico 2, ele estava usando o mapa adaptativo 8b para combustíveis com valor antidetonante baixo, após o reabastecimento, deve-se decidir se deseja continuar utilizando tal mapa adaptativo 8b para combustíveis com valor antidetonante baixo ou então passar para mapa adaptativo 8a para combustíveis com valor antidetonante alto.

Para reconhecer o valor antidetonante do combustível em uso, a unidade de controle eletrônico 2 compara o atual avanço correção instantânea CAI (ou melhor, uma média de alguns valores para reduzir a incidência de erros acidentais), com um limite de antecedência S instantânea média. Obviamente, a comparação é um ponto de comparação, ou seja, ela é feita para um ponto do motor dado, que identifica o regime de rotação do motor de combustão interna e um coeficiente de enchimento do cilindro. De acordo com uma modalidade possível na etapa de reconhecimento do valor antidetonante do combustível em uso, o uso da correção adaptável de contribuição CCA está desativado e, portanto, a correção instantânea antecipada CAI coincide com a contribuição de correção instantânea CCI. Preferencialmente, a comparação entre a correção instantânea antecipada CAI atual e do limiar S de correção antecipada instantânea média ocorre em um ou mais pontos do motor de reconhecimento que são

particularmente adequados para comparação e tais pontos são identificados durante a etapa de projeto e criação.

5 Tendo apenas dois mapas adaptativos 8, o reconhecimento do valor antidetonante do combustível em uso acima descrito prevê o reconhecimento do fato de o combustível em uso introduzido pelo reabastecimento ter um valor
antidetonante alto ou um valor antidetonante baixo. De acordo com uma modalidade preferida, o limiar S de correção antecipada instantânea média é diferenciado se o
10 combustível já em uso apresenta um valor antidetonante alto, ou então um valor antidetonante baixo e varia de acordo com a temperatura do ar obtidas pelo motor de combustão interna 1 (uma temperatura que é determinada de uma maneira conhecida pela unidade de controle eletrônico 2).

Em outras palavras, a unidade de controle eletrônico 2 diagnostica a passagem a partir de um combustível com um valor antidetonante alto para um combustível com um valor antidetonante baixo, quando a correção instantânea
15 antecipada CAI atual difere significativamente de um primeiro limiar S1 de correção antecipada instantânea média, e a unidade de controle eletrônico 2 diagnóstica a passagem de um combustível com um valor antidetonante baixo de um combustível com um valor antidetonante alto, quando a correção instantânea antecipada CAI atual difere significativamente de um segundo limiar S2 de correção antecipada instantânea média.

20 Além disso, no caso em que é diagnosticada a passagem de um combustível com valor antidetonante baixo para um combustível com um valor antidetonante alto, a estratégia prevê: a realização de uma verificação adicional para controlar o alcance, pelo arrefecimento do motor de combustão interna 1, de uma temperatura considerada suficiente para tornar a estratégia mais robusta, evitando danos
25 na execução da estratégia em si: e evitar incorrer no perigo de falsos reconhecimentos.

De acordo com uma variante em relação à transição de um combustível com um valor antidetonante alto para um combustível com um valor antidetonante baixo, é necessário aguardar um intervalo de tempo de confirmação ΔT_1 a fim de confirmar se as características do combustível em utilização mudaram: após o
30 primeiro reconhecimento, então é necessário aguardar o intervalo de tempo ΔT_1 de comprimento pré-ajustado para proceder a uma nova verificação de comparação. De uma forma absolutamente semelhante no que se refere à transição de um combustível com um valor antidetonante baixo para um combustível com um valor antidetonante alto, é necessário aguardar um intervalo de tempo para confirmação ΔT_2 para confirmar se as
35 características do combustível em uso foram alteradas; depois de um primeiro reconhecimento, é necessário, então, aguardar o tempo de intervalo de tempo ΔT_2 de comprimento pré-ajustado para proceder a uma nova verificação de comparação.

De acordo com uma variante adicional, as comparações de

verificação não são feitas apenas no início e no final dos dois intervalos de tempo ΔT_1 , ΔT_2 do comprimento pré-ajustado, mas também em instantes compreendidos entre os dois intervalos de tempo ΔT_1 , ΔT_2 (por exemplo, em cada TDC)

De acordo com uma modalidade preferida, uma vez que a
 5 unidade de controle eletrônico 2 reconheceu a variação do valor antidetonante do combustível na utilização, por razões óbvias de estabilidade e robustez, os algoritmos de reconhecimento do valor antidetonante do combustível são desativados até o próximo reabastecimento.

Durante a operação normal do motor de combustão interna
 10 1 (ou seja, quando o reconhecimento do valor antidetonante do combustível em uso tenha sido realizado), a unidade de controle eletrônico 2 calcula a média das correções instantâneas antecipadas CAI dentro de um determinado intervalo de tempo quando o ponto do motor atual é suficientemente estável e, em seguida utiliza a média das correções instantâneas antecipadas CAI para atualizar o mapa adaptativo 8
 15 correspondente ao valor antidetonante do combustível em uso. A média das correções instantâneas antecipadas CAI em relação a um ponto dado do motor é usada para atualizar o mapa adaptativo 8 correspondente ao valor antidetonante do combustível em uso no mesmo ponto do motor e também podem ser propagadas para outros pontos do motor e / ou outros cilindros 3.

Quando se reconhece que um reabastecimento foi
 20 realizado, independentemente do reconhecimento da transição de um combustível com um valor antidetonante baixo para um combustível com um valor antidetonante alto, ou vice-versa, uma grande importância é atribuída à propagação de faíscas antecipadas. Isto porque, para cada ponto do motor identificado em qualquer mapa 8, é aconselhável
 25 propagar a atualização com base na média das correções instantâneas antecipadas em relação a um determinado cilindro 3, tanto dentro da mesma tabela I-IV, ou seja, para o mesmo cilindro 3, e para as outras tabelas I-IV, ou seja, para outros cilindros 3. Isso é razoável, sobretudo considerando que, através da mistura de diferentes tipos de combustíveis em diferentes proporções no interior do tanque, é possível obter
 30 combustíveis com características intermediárias, que não são necessariamente identificáveis, em sentido estrito como combustível bom ou combustível ruim.

Em outras palavras, a atualização com base na média das
 correções instantâneas antecipadas CAI relacionadas a um determinado ponto do motor podem ser propagadas para outros pontos vizinhos do motor no mapa adaptativo 8
 35 correspondente ao valor antidetonante do combustível utilizado normalmente para reduzir a consistência para atualizar a maior distância de determinado ponto do motor no mapa adaptativo 8 correspondente ao valor antidetonante do combustível em uso. Além disso, a atualização com base na média das correções instantâneas antecipadas CAI em

relação a um determinado cilindro 3 pode ser propagada a partir da tabela de cilindro 3 relacionada às tabelas dos outros cilindros 3.

Para propagar a atualização, a unidade de controle eletrônico 2 determina uma propagação coeficiente C em função da diferença entre a média das correções instantâneas antecipadas CAI relacionadas a um determinado ponto do motor e a correção antecipada armazenada no mapa adaptativo 8 correspondente ao valor antidetonante do combustível na utilização do mesmo ponto do motor, então, a unidade de controle eletrônico 2 aplica coeficiente de propagação C para outros pontos do motor do mesmo cilindro 3 e / ou de outros cilindros 3 e / ou do mesmo ponto do motor de outros cilindros 3. Normalmente, o coeficiente de propagação C varia de acordo com a proximidade / distanciamento de / para o cilindro 3 em relação a / a partir de determinado ponto do motor, ou seja, diminui a distância maior a partir do cilindro 3 relacionado e de determinado ponto do motor.

As principais contribuições para o coeficiente de propagação C de acordo com um determinado ponto do motor e de um determinado cilindro 3 são geralmente cinco (que serão designados a seguir por C1, C2, C3, C4 e C5) e seus valores são geralmente compreendida entre 0 e 1.

A primeira contribuição C1 é calculada de acordo com a média da correção antecipada instantânea CAI de todos os cilindros 3. De acordo com o que foi encontrado a partir de certo número de ensaios experimentais, esta contribuição C1 é indicativa do valor antidetonante do combustível em uso.

A segunda contribuição C2 é uma função da contribuição de correção instantânea CCI no cilindro 3 sob análise. A segunda contribuição C2 é de fundamental importância na medida em que permite que o sistema reaja rapidamente e permite a diferenciação da velocidade de propagação nos dois casos, ou seja, a redução e o aumento do avanço de faísca (basicamente a transição de combustível ruim para combustível bom ou de combustível bom para combustível ruim).

A terceira contribuição C3 é uma função do ponto operacional do motor, identificada pela r.p.m do motor de combustão interna 1 e pelo coeficiente de preenchimento do cilindro 3 envolvido na combustão, que está sendo programada. A terceira contribuição C3 é importante na medida em que permite a propagação mais rápida em determinados pontos como, por exemplo, durante a seleção.

A quarta contribuição C4 é uma função do tempo de permanência no ponto operacional do motor, identificada pela r.p.m do motor de combustão interna 1 e pelo coeficiente de preenchimento do cilindro 3 envolvido na combustão, que está sendo programada. De fato, é razoável supor que a estabilidade da operação é um indicador de uma maior confiabilidade e da bondade do valor adaptado e que esta pode, portanto, ser propagada com um maior grau de confiança.

Finalmente, a quinta contribuição C5 destina-se a diversificação da adaptatividade no cilindro 3 envolvido na combustão, que está sendo programado em relação a outros cilindros 3 do motor de combustão interna 1, uma vez que neste último caso, a propagação será razoavelmente em um grau inferior.

De acordo com uma variante de modalidade possível, a fim de tornar a estratégia mais robusta, é possível optar por evitar a propagação no motor de pontos já adaptados a um determinado cilindro 3, ou seja, de uma tabela específica I-IV.

Finalmente, é necessário determinar a área de propagação da adaptabilidade, ou seja, é necessário escolher em quantas células e quais serão as células em que a propagação será prorrogada. Um dos caminhos que pode ser seguido é o de adaptar o tamanho da área de transmissão de acordo com o valor alcançado pela média da correção antecipada instantânea CAI para todos os cilindros 3. A gestão do espaço de propagação não é trivial, na medida em que é necessário responder à necessidade de garantir um sistema otimizado do ponto de vista da carga computacional para a unidade de controle eletrônico 2.

Descrito no que se segue é um exemplo de determinação da área de propagação, com especial referência à Figura 2.

Como já foi visto, de acordo com o que é ilustrado nas Figuras 1 e 2, o motor de combustão interna 1 inclui quatro cilindros, correspondendo a cada uma das quais é uma tabela específica I-IV, de um mapa adaptativo 8 para a correção instantânea antecipada CAI dos cilindros 3 correspondentes indexados por seis rmps do motor de combustão interna 1 e por tantos coeficientes de preenchimento do cilindro 3.

Vamos agora assumir a realização de uma análise da combustão do segundo cilindro 3 no ponto do motor identificado pela rpm do motor de combustão interna 1 e pelo coeficiente de preenchimento do cilindro 3 que identifica a célula 52 da tabela correspondente II considerada.

No lugar do punho, é necessário identificar as células em que a propagação do valor é adaptada para ser realizada tanto para o mesmo cilindro 3, ou seja, na tabela II adaptativa em si, quanto para os outros cilindros 3, ou seja, em outras tabelas adaptativas I-III-IV. A determinação das células em que a propagação será realizada é obtida através da aplicação de um algoritmo contendo as informações sobre as dimensões das tabelas de adaptação I-IV e as características dos pontos do motor.

No que se refere ao mesmo cilindro 3, por exemplo, a área de propagação identificada pelo algoritmo se estende até as oito células que circundam a célula 52 que será examinada, ou seja, as células 45, 46, 47, 51, 53, 57, 58, 59.

No que diz respeito a outros três cilindros, a área de transmissão se estende no lugar do punho com os três pontos de tabelas I, III e IV, às

quais correspondem a mesma rpm do motor de combustão interna 1 e o mesmo coeficiente de enchimento que identifica a célula 52, ou seja, as células 16, 88 e 124.

5 A área de transmissão identificada pelo algoritmo, em seguida, estende-se às oito células que rodeiam cada uma das células 16, 88, 124, ou seja, as células 9, 10, 11, 15, 17, 21, 22, 23 para o quadro I, as células 81, 82, 83, 87, 89, 93, 94, 95 para a tabela III, e as células 117, 118, 119, 123, 125, 129, 130, 131 para a tabela IV, respectivamente.

10 Claro que a unidade de controle eletrônico 2 desativa a atualização do mapa adaptativo 8 correspondente ao valor antidetonante do combustível utilizado no intervalo de tempo compreendido entre o reabastecimento e o posterior reconhecimento do valor antidetonante do combustível em uso.

15 Como já foi mencionado anteriormente, durante a operação normal do motor de combustão interna, a unidade de controle eletrônico 2 tem de, no lugar do punho, reconhecer a condição de abastecimento que ocorreu, ou seja, deve detectar quando um combustível que pode apresentar um valor antidetonante diferente do utilizado anteriormente e contido no tanque foi introduzido pelo reabastecimento em uma bomba de combustível. Reconhecer que o reabastecimento ocorreu é uma condição muito importante para permitir a adaptação da estratégia de controle para o valor antidetonante do novo combustível, de modo a garantir um conforto de condução e 20 salvar, tanto quanto possível, o funcionamento adequado do motor de combustão interna 1 na medida em que a reação dos algoritmos de controle de avanço de ignição devem ser congruentes com o novo combustível.

Para reconhecer que a condição de abastecimento ocorreu, um diagnóstico parâmetro P é usado, que é uma função da quantidade de combustível dentro do tanque e é detectado pelos sensores (não ilustrados), dispostos dentro ou 25 então fora do tanque. Em particular, uma operação de reabastecimento é diagnosticada se o valor atual do parâmetro de diagnóstico P difere significativamente do valor padrão do parâmetro de diagnóstico P. O valor padrão do parâmetro de diagnóstico P é calculado através da soma da quantidade de combustível detectada no âmbito do tanque antes de desligar (detectada pelos sensores do tanque) e um valor-limite, de magnitude 30 ajustável, que é calculado com base nas condições de fronteira, como, por exemplo, as condições atmosféricas.

Por exemplo, no caso em que, após desligar motor de combustão interna 1, o motor de combustão interna 1 é ativado novamente e nenhuma 35 falha nos sensores do tanque é detectada, é necessário esperar por um intervalo de tempo de teste do curto prazo calibrável e relativo à partir da ignição para transcorrer, em seguida, proceder à detecção do valor atual do parâmetro de diagnóstico P, que indica o nível de combustível dentro do tanque. Caso o reabastecimento não tenha ocorrido, o

valor atual do parâmetro de diagnóstico P é igual ao valor padrão do parâmetro de diagnóstico P, ou seja, é o mesmo que a quantidade de combustível dentro do tanque antes de desligar o limiar devido à variação das condições de fronteira. Caso o reabastecimento tenha ocorrido, o valor atual do parâmetro de diagnóstico P é maior ao valor padrão do parâmetro de diagnóstico P, ou seja, é maior que a quantidade de combustível dentro do tanque antes de desligar o valor limiar configurável devido à variação das condições de fronteira. A estratégia de recuperação a ser aplicada no caso em que a operação de reabastecimento é reconhecida, para permitir o funcionamento em condições de máxima segurança, permitindo uma previsão de um indicador que sinaliza que o reabastecimento foi realizado, o que desencadeia o processo de diagnóstico para o reconhecimento da qualidade do combustível. De acordo com uma modalidade preferida, o indicador de "reconhecimento feito" é reiniciado uma vez no primeiro intervalo de tempo de funcionamento do motor de combustão interna 1, com um comprimento calibrável, decorrido a partir do instante de reconhecimento de reabastecimento.

De acordo com uma modalidade possível, quando a alteração do valor antidetonante do combustível é reconhecida, ou seja, quando se decidiu mudar o mapa adaptativo 8, é possível prever a manutenção também das aquisições de aprendizagem devido a possíveis tipos de envelhecimento ou desgaste do motor de combustão interna 1, sem, no entanto, incorrer em um risco excessivo de detonação, por "transferência" de alguns valores do mapa adaptativo 8 utilizado para reabastecer o outro mapa adaptativo 8 para ser usado após o reabastecimento.

Isto é possível em relação à transição de um combustível com um valor antidetonante alto para um combustível com um valor antidetonante baixo (ou seja, de um combustível bom para um combustível ruim), através da comparação de um determinado ponto do motor entre o valor presente atual mapa 8 e o valor calibrado. Para levar em conta as aquisições de aprendizagem devido ao envelhecimento ou possível desgaste do motor de combustão interna, é aconselhável ser conservador e manter, para cada ponto do motor dentro do mapa adaptativo 8, o valor mínimo entre os dois valores comparados.

De uma forma absolutamente semelhante, em vez disso, no que refere à transição de um combustível com valor antidetonante baixo para um combustível com um valor antidetonante alto (isto é, a partir de um combustível ruim para um combustível bom), para um determinado ponto do motor, o valor presente no mapa adaptativo 8 atual e o valor calibrado são comparados. Para levar em conta as aquisições de aprendizagem devido ao envelhecimento ou possível desgaste do motor de combustão interna, é aconselhável manter, para cada ponto do motor dentro do mapa adaptativo 8, o valor máximo entre os dois valores comparados.

- A estratégia descrita até agora pode ser vantajosamente usada para realizar uma correção instantânea antecipada CAI das contribuições de adaptativas aprendidas pelo sistema de controle de um motor de combustão interna e um para a execução de uma série de estratégias que visam limitar tanto quanto possível a
- 5 operação do motor em condições de detonação ou com baixo desempenho. Além disso, uma outra vantagem reside na redução da carga computacional da unidade eletrônica de controle 2, na medida em que não é necessário efetuar um controle permanente sobre a qualidade do combustível em uso.

Reivindicações

1. Método para controlar a detonação em um motor de combustão interna (1), abrangendo pelo menos um cilindro (3); o método engloba as seguintes etapas:

- 5 - Determinar um avanço de faísca (AA);
 - Determinar uma correção antecipada instantânea (CAI) do avanço de faísca (AA);
 - Aplicar a correção antecipada instantânea (CAI) no avanço de faísca (AA);
 - Detectar o início dos fenômenos de detonação no interior do cilindro (3); e
 - Atualizar a correção antecipada instantânea (CAI) de acordo com o aparecimento de
 - 10 fenômenos de detonação dentro do cilindro (3);
- o método é **caracterizado** pelo fato de que compreende as etapas adicionais de:
- Determinar, durante uma concepção e criação de fase, pelo menos, dois mapas adaptativos (8) que fornecem pelo menos parte da correção antecipada instantânea (CAI) de acordo com o ponto do motor, respectivamente, para combustíveis com valor
 - 15 antidetonante alto e combustíveis com valor antidetonante baixo;
 - Detectar um reabastecimento;
 - Reconhecer o valor antidetonante do combustível em uso introduzido com o reabastecimento, e
 - Utilizar, a fim de determinar a correção antecipada instantânea (CAI) de acordo com o
 - 20 ponto do motor, o mapa adaptativo (8) correspondente ao valor antidetonante do combustível em uso.

2. Método para controlar a detonação de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato onde a etapa de reconhecimento do valor antidetonante do combustível em uso compreende as etapas adicionais de:

- 25 Determinar, durante uma concepção e criação de fase, pelo menos um limiar (S) de correção antecipada instantânea média (CAI);
- Comparar o avanço de correção instantânea (CAI) atual, com o limiar (S) de correção antecipada instantânea média (CAI); e
- Reconhecer o valor antidetonante do combustível na utilização de acordo com a
- 30 comparação entre a correção antecipada instantânea atual (CAI) e do limiar (S) de correção antecipada instantânea média (CAI).

3. Método para controlar a detonação de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de compreender as etapas adicionais de:

- Identificar pelo menos um ponto do mecanismo de reconhecimento adequado para a
 - 35 comparação; e
- Comparar a correção antecipada instantânea atual (CAI) no ponto de reconhecimento do motor com o limiar (S) de correção antecipada instantânea média (CAI).

4. Método para controlar a detonação de acordo com as

reivindicações 2 ou 3, **caracterizado** pelo fato onde é reconhecida se o combustível em uso introduzido com o reabastecimento apresentar um valor antidetonante alto ou um valor antidetonante baixo.

5 5. Método para controlar a detonação de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato onde o limiar (S) da correção antecipada instantânea média (CAI) é diferenciado de acordo com o fato de que o combustível em uso anteriormente apresenta um valor antidetonante alto ou um valor antidetonante baixo.

10 6. Método para controlar a detonação de acordo com as reivindicações de 2 a 5, **caracterizado** pelo fato de compreenderem as etapas adicionais de:

- Determinar a temperatura do ar obtida pelo motor de combustão interna (1); e
- Variar o limiar (S) de correção antecipada instantânea média (CAI) de acordo com a temperatura do ar obtida pelo motor de combustão interna (1).

15 7. Método para controlar a detonação de acordo com as reivindicações de 1 a 6, **caracterizado** pelo fato de compreender as etapas adicionais de:

- Calcular uma média das correções antecipadas instantâneas (CAI), dentro de um determinado intervalo de tempo quando o ponto do motor atual é suficientemente estável; e
- Utilizar a média das correções antecipadas instantâneas (CAI) para atualizar o mapa adaptativo (8) correspondente ao valor antidetonante do combustível em uso.

25 8. Método para controlar a detonação de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de compreender a nova etapa de utilizar a média das correções antecipadas instantâneas (CAI) relativas a um determinado ponto do motor para atualizar o mapa adaptativo (8) correspondente ao valor antidetonante do combustível em uso em correspondência com o mesmo ponto do motor.

30 9. Método para controlar a detonação de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato de compreender a nova etapa de propagação da atualização com base na média das correções antecipadas instantâneas (CAI) relativas a um determinado ponto do motor para outros pontos vizinhos do motor no mapa adaptativo (8) correspondente ao valor antidetonante do combustível em uso.

35 10. Método para controlar a detonação de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de compreender a etapa adicional de reduzir a consistência e atualizar outro movimento além de determinado ponto do motor no mapa adaptativo (8) correspondente ao valor antidetonante do combustível em uso.

11. Método para controlar a detonação de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 10, **caracterizado** pelo fato onde o motor de

combustão interna (1) compreende uma pluralidade de cilindros (3) e cada mapa adaptativo (8) é dividido em tabelas, cada uma das quais associada a um cilindro (3), o método ainda compreende a etapa de propagação da atualização com base na média das correções antecipadas instantâneas (CAI) relativas a um determinado cilindro (3) da
5 tabela de tal cilindro (3) para as tabelas dos outros cilindros (3).

12. Método para controlar a detonação de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 11, **caracterizado** pelo fato onde a etapa de propagação da atualização inclui as novas medidas de:

Determinar um coeficiente de propagação (C) em função da diferença entre a média das
10 correções antecipadas instantâneas (CAI) relativas a um determinado ponto do motor e a correção antecipada armazenada no mapa adaptativo (8) correspondente ao valor antidetonante do combustível em uso para o ponto de mesmo motor; e

Aplicar o coeficiente de propagação (C) aos outros pontos do motor do mesmo cilindro (3) e / ou de outros cilindros (3) e / ou ao mesmo ponto do motor de outros cilindros (3).

13. Método para controlar a detonação de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato onde o coeficiente de propagação (C) pode variar em função da proximidade / distanciamento do cilindro (3) em relação e a partir de um determinado ponto do motor.

14. Método para controlar a detonação de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 13, **caracterizado** pelo fato de compreender a nova etapa de desativar a atualização do mapa adaptativo (8) correspondente ao valor antidetonante do combustível utilizado no intervalo de tempo compreendido entre um abastecimento e ao reconhecimento sucessivo do valor antidetonante do combustível em uso.

15. Método para controlar a detonação de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, **caracterizado** pelo fato de compreender a nova etapa de desativar mais reconhecimentos do valor antidetonante do combustível em uso até que o próximo reabastecimento após o reconhecimento do valor antidetonante do combustível em uso tenha sido realizado.

16. Método para controlar a detonação de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, **caracterizado** pelo fato de compreender a nova etapa de determinar a correção antecipada instantânea (CAI), adicionando uma contribuição de correção instantânea (CCI), que é atualizada a cada ciclo do motor e cumpre o objetivo de evitar o aparecimento de fenômenos de detonação e reage imediatamente em caso de detonação, e uma contribuição de correção adaptativa (ACC), que é fornecida pelo mapa adaptativo (8) correspondente ao valor antidetonante do combustível em uso.

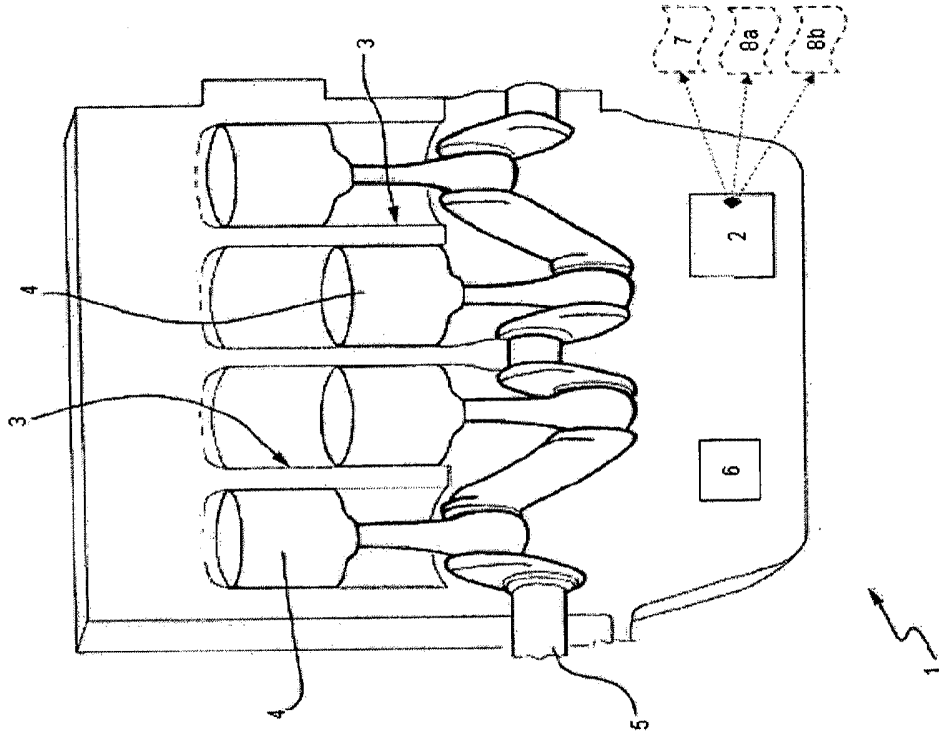


Fig. 1

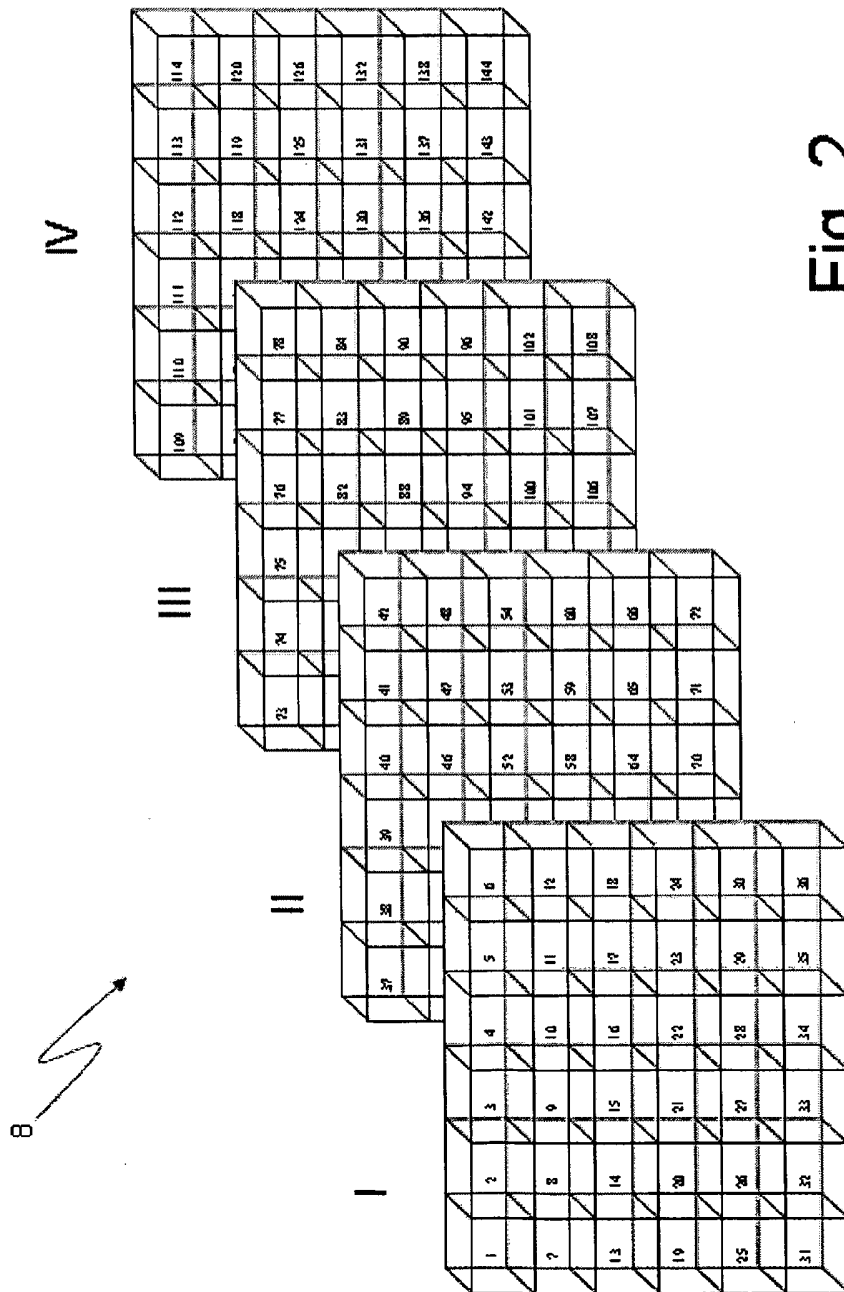


Fig. 2

Resumo

Método para controlar a detonação de um motor de combustão interna.

Um método para controlar a detonação de um motor de combustão interna (1), que apresenta as seguintes etapas: determinar um avanço de faísca (AA), determinar, em uma etapa de concepção e de criação, pelo menos dois mapas adaptativos (8) que fornecem pelo menos parte de uma correção antecipada instantânea (CAI) do avanço de faísca (AA) de acordo com o ponto do motor para os combustíveis com o valor antidetonante alto e para combustíveis com valor antidetonante baixo, respectivamente, reconhecendo o valor antidetonante do combustível introduzido através de reabastecimento, usando, para determinar a correção antecipada instantânea (CAI) de acordo com o ponto do motor, o mapa adaptativo (8) correspondente ao valor antidetonante do combustível em uso, aplicando a correção antecipada instantânea (CAI) para o avanço de faísca (AA); detectar o início do fenômeno de detonação, e atualizar a correção antecipada instantânea (CAI) de acordo com o início dos fenômenos de detonação.