



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

(11) PI 0709239-3 B1

(22) Data do Depósito: 19/03/2007

(45) Data de Concessão: 21/06/2016



(54) Título: ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS DE COMBUSTÃO DE COMBUSTÍVEL

(51) Int.Cl.: G01N 33/22; G01N 33/28

(30) Prioridade Unionista: 28/03/2006 US 11/390.942

(73) Titular(es): DRESSER, INC.

(72) Inventor(es): JEFFREY JACOB BIZUB

ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS DE COMBUSTÃO DE COMBUSTÍVEL

Campo Técnico

Este documento refere-se à determinação e análise de características de combustão de diversos combustíveis.

5 Fundamentos

Algumas características de combustão de um combustível podem ser medidas para prever o desempenho do combustível em um motor específico. Por exemplo, combustíveis que podem ser utilizados em motores de ignição de compressão de carga homogênea (HCCI), que incluem alguns motores a diesel, são freqüentemente analisados para determinar características conhecidas como o número cetânico e o índice de octana. Tais características foram previamente empregadas em uma tentativa de auxiliar um projetista de motores a determinar a mistura de combustível adequada para uso em um motor HCCI específico.

O índice de octana pode ser uma indicação de uma resistência do combustível para detonação. Por exemplo, um combustível que possui um índice de octana elevado resistirá à auto-ignição mais do que outro combustível que possua um índice de octana menor. A auto-ignição descontrolada de um combustível em um motor é indesejável porque conduz a um fenômeno conhecido como batida de motor. Uma batida potente é normalmente acompanhada por aumento rápido de pressão e vibração que podem danificar o motor.

O número cetânico pode ser uma indicação da propensão de um combustível à auto-ignição. Como tal, o número cetânico pode afetar uma capacidade do motor em pegar frio, pode afetar as emissões do motor, e pode afetar a eficiência de combustão do motor. Por exemplo, em um motor

a diesel típico, o combustível sofre ignição por ar quente (por exemplo, aquecido por compressão). O combustível é normalmente injetado para dentro deste ar quente imediatamente antes do pistão alcançar a posição central superior e, em muitos projetos, a ignição deve começar logo que o pistão alcança esta posição. Se o combustível não sofre ignição quando o pistão está na posição central superior, a carga inteira de combustível pode tornar-se completamente misturada com ar, provocando deste modo um aumento de pressão no vaso quando o combustível finalmente sofre ignição. Conseqüentemente, um motor a diesel que opera com um combustível que possui um número cetânico mais baixo do que recomendado pode ter dificuldades na partida, pode ser normalmente mais barulhento, pode operar turbulentamente, e pode possuir emissões mais elevadas.

Uma vez que o índice de octana e o número cetânico de um combustível específico podem indicar características opostas, é normalmente o caso de que um número cetânico mais elevado resulte em um índice de octana mais baixo, e vice versa. Tradicionalmente, um projetista de motor era solicitado a testar diversas misturas de combustível para determinar números cetânico ou índices de octana individuais e para subseqüentemente selecionar um combustível que possuísse um compromisso desejável do número cetânico e do índice de octana para uso em um motor específico. Em alguns casos, estas características (número cetânico ou índice de octana) por si mesmas não são um indicador adequado do desempenho do combustível em motores específicos, incluindo alguns motores HCCI que utilizam misturas de combustíveis de octano e cetano.

Sumário

Algumas modalidades de um sistema para determinar características de combustão podem ser capazes de automaticamente determinar e exibir diversas características de combustão em um gráfico de eixos geométricos múltiplos. Em tais modalidades, um teste de combustão único na câmara de combustão controlada do sistema pode munir um usuário com análise automática e exibição de três, quatro, cinco, seis, ou mais características de combustão. Por exemplo, o sistema pode ser capaz de analisar e exibir automaticamente diversas características de combustão que incluem retardo de ignição, máxima pressão de combustão, máxima temperatura de combustão, taxa de liberação de calor, período de combustão, e instante em que ocorreu a máxima pressão. Nestas circunstâncias, um usuário pode visualizar um gráfico único ou outro relatório exibido para prontamente reunir informações capazes relacionadas a características de combustão do combustível específico.

Em algumas modalidades, um método para determinar a operabilidade de um combustível em um motor pode incluir identificar valores para pelo menos três características de combustão de um combustível testado. As pelo menos três características pode ser selecionadas a partir do grupo que consiste em retardo de ignição, máxima variação de pressão, máxima variação de temperatura, taxa de área de liberação de calor, período de combustão, e instante em que ocorreu a máxima pressão. O método pode também incluir utilizar os valores identificados para estimar a adequação do combustível testado para operação em uma configuração de

motor.

Em certas modalidades, um método para estimar características de combustão de um combustível, pode incluir determinar valores para pelo menos três características de combustão de um combustível. As pelo menos três características podem ser selecionadas a partir do grupo que consiste em retardo de ignição, máxima variação de pressão, máxima variação de temperatura, taxa de área de liberação de calor, período de combustão, e instante em que ocorreu a máxima pressão. O método pode também incluir associar os valores determinados com o combustível.

Em algumas modalidades, um método para estimar uma característica de combustão de um combustível pode incluir determinar um valor para pelo menos uma característica de combustão de um combustível selecionado a partir do grupo que consiste de taxa de área de liberação de calor e período de combustão. O método pode também incluir associar o valor determinado ao combustível.

Em modalidades específicas, um método implementado por computador de relatar características de combustão de um combustível pode incluir receber dados indicativos de pressão e temperatura em uma câmara de combustão em uma taxa de amostra predeterminada durante combustão de um combustível na câmara de combustão. O método pode também incluir determinar valores para diversas características de combustão associadas com o combustível que sofreu combustão na câmara de combustão. As diversas características de combustão podem ser pelo menos três das características selecionadas a partir do grupo que consiste em: retardo de

ignição, máxima variação de pressão, máxima variação de temperatura, taxa de área de liberação de calor, período de combustão, e instante em que ocorreu a máxima pressão. O método pode ainda incluir gerar um relatório de saída
5 indicativo de valores determinados ou em escala das pelo menos três características de combustão. O relatório de saída pode incluir os valores determinados ou em escala das pelo menos três características de combustão exibidas em um gráfico de eixos geométricos múltiplos, e o gráfico de
10 eixos geométricos múltiplos pode possuir um eixo geométrico para cada uma das pelo menos três características de combustão.

Em algumas modalidades, um método para identificar características de combustão de um combustível pode incluir
15 iniciar um sistema de computador para determinar valores para diversas características de combustão associadas com o primeiro combustível que sofreu combustão na câmara de combustão. As diversas características de combustão podem ser pelo menos três das características selecionadas a
20 partir do grupo que consiste em: retardo de ignição, máxima variação de pressão, máxima variação de temperatura, taxa de área de liberação de calor, período de combustão, e instante em que ocorreu a máxima pressão. O método pode também incluir fazer com que o primeiro combustível seja
25 injetado dentro de uma câmara de combustão de modo que o primeiro combustível entre em combustão. A câmara de combustão pode incluir um ou mais sensores que são eletricamente acoplados ao sistema de computador. O método pode ainda incluir visualizar um relatório de saída gerado
30 pelo sistema de computador indicativo de valores

determinados ou em escala das pelo menos três características de combustão. O relatório de saída pode incluir um gráfico de eixos geométricos múltiplos que possui um eixo geométrico para cada uma das pelo menos três

5 características.

Estas e outras modalidades podem propiciar uma ou mais das vantagens que se seguem. Primeiro, diversas características de combustão podem ser determinadas a partir de um único teste de combustão. Por exemplo, um

10 único teste de combustão pode produzir valores para cinco ou seis características de combustão, que podem ser associadas com o combustível testado para propiciar informações úteis para um projetista de motores ou produtor de combustível. Segundo, as diversas características de

15 combustão podem ser exibidas em um gráfico de eixos geométricos múltiplos de modo que um usuário possa prontamente reunir informações relacionadas a um combustível específico ao visualizar um gráfico individual. Por exemplo, se o sistema analisa seis características de

20 combustão (por exemplo, retardo de ignição, máxima variação de pressão, máxima variação de temperatura, taxa de área de liberação de calor, período de combustão, e instante em que ocorreu a máxima pressão), um gráfico de seis eixos geométricos pode ser exibido de modo que cada eixo

25 geométrico represente uma escala de valores para uma característica de combustão associada. Sendo assim, o usuário que visualiza o gráfico de seis eixos geométricos pode prontamente reunir informações úteis sobre o combustível testado a partir da visualização do gráfico

30 individual associado com o combustível testado, salvando

deste modo tempo normalmente consumido ao testar e analisar características de combustível.

Terceiro, o gráfico de eixos geométricos múltiplos ou outro relatório exibido para comunicar diversas características de combustão de um combustível testado pode ser utilizado como um fator de forma de combustível para prontamente analisar e comparar diversas misturas de combustível. Por exemplo, se o teste de um novo projeto de motor revela que uma primeira mistura de combustível propicia desempenho de motor satisfatório em uma temperatura fria enquanto uma segunda mistura propicia desempenho satisfatório em uma temperatura quente, o projetista de motores pode comparar de forma eficaz (por exemplo, lado-a-lado ou sobrepostos) os gráficos de eixos geométricos múltiplos associados com as primeira e segunda misturas de combustível para identificar ou categorizar uma faixa de características de combustão desejáveis. Neste exemplo, o projetista de motores pode alterar o projeto de motor (por exemplo, ajustar a razão de compressão, a posição de pistão, ou similar) de modo que uma das primeira e segunda misturas de combustível tenha desempenho satisfatório em ambas as temperaturas fria e quente. Além disso, ou em alternativa, um usuário pode desenvolver uma terceira mistura de combustível que tenha desempenho satisfatório em ambas as temperaturas fria e quente, e tal desenvolvimento pode ser baseado (pelo menos em parte) no conhecimento adquirido a partir da comparação quantitativa ou qualitativa dos gráficos de eixos geométricos múltiplos associados com as primeira e segunda misturas de combustível. Em algumas modalidades, o fator de forma de

combustível pode ser pelo menos parcialmente definido pelo formato do gráfico de eixos geométricos múltiplos. Em outras modalidades, o fator de forma de combustível pode ser pelo menos parcialmente definido por um valor de área do formato do gráfico de eixos geométricos múltiplos de modo que combustíveis diferentes possam ser distinguidos pelos valores de área diferentes em ordenadas específicos.

Quarto, dados provenientes do gráfico de eixos geométricos múltiplos podem ser inseridos em um sistema de simulação de motor (por exemplo, implementado em um sistema de computador ou similar) para propiciar resposta para certos critérios das características de combustão do combustível. Conseqüentemente, os dados provenientes do gráfico de eixos geométricos múltiplos podem facilitar o projeto de um motor de combustão ou o projeto de um combustível customizado em um motor conhecido ao permitir que um projetista prontamente simule um ou mais combustíveis no sistema de simulação de motor.

Os detalhes de uma ou mais modalidades da invenção são estabelecidos adiante nos desenhos em anexo e na descrição abaixo. Outras características, objetivos, e vantagens da invenção tornar-se-ão evidentes a partir da descrição e desenhos, e a partir das reivindicações.

Descrição Os Desenhos

A FIG. 1 é um esquema de um sistema de medição analítica de acordo com algumas modalidades da invenção.

A FIG. 2 é uma vista frontal de um visor de computador do sistema da FIG. 1.

A FIG. 3A é um fluxograma que mostra um método para determinar características de combustão de um combustível

de acordo com algumas modalidades.

A FIG. 3B é um fluxograma que mostra um método para relatar características de combustão de um combustível de acordo com algumas modalidades.

5 A FIG. 4 é um exemplo de uma tabela de relatório para uma característica de retardo de ignição medida de acordo com algumas modalidades.

10 A FIG. 5 é um exemplo de um gráfico de eixos geométricos múltiplos que mostra valores para a característica de retardo de ignição da FIG. 4.

A FIG. 6 é um exemplo de uma tabela de relatório para uma característica de máxima variação de pressão medida de acordo com algumas modalidades.

15 A FIG. 7 é um exemplo de um gráfico de eixos geométricos múltiplos que mostra valores para a característica de máxima variação de pressão da FIG. 6.

A FIG. 8 é um exemplo de uma tabela de relatório para uma característica de máxima variação temperatura medida de acordo com algumas modalidades.

20 A FIG. 9 é um exemplo de um gráfico de eixos geométricos múltiplos que mostra valores para a característica de máxima variação de temperatura da FIG. 8.

25 A FIG. 10 é um exemplo de uma tabela de relatório para uma taxa de característica de área de liberação de calor medida de acordo com algumas modalidades.

A FIG. 11 é um exemplo de um gráfico de eixos geométricos múltiplos que mostra valores para a taxa de característica de área de liberação de calor da FIG. 10.

30 A FIG. 12 é um exemplo de uma tabela de relatório para uma característica de período de combustão medida de

acordo com algumas modalidades.

A FIG. 13 é um exemplo de um gráfico de eixos geométricos múltiplos que mostra valores para a característica de período de combustão da FIG. 12.

5 A FIG. 14 é um exemplo de uma tabela de relatório para a característica de instante em que ocorreu a máxima pressão medida de acordo com algumas modalidades.

10 A FIG. 15 é um exemplo de um gráfico de eixos geométricos múltiplos que mostra valores para a característica de instante em que ocorreu a máxima pressão da FIG. 14.

A FIG. 16 é um exemplo de um gráfico de eixos geométricos múltiplos que pode ser utilizado como um fator de forma de combustível de acordo com algumas modalidades.

15 Símbolos de referência similares nos diversos desenhos indicam elementos similares.

Descrição Detalhada De Modalidades Ilustrativas

Em relação à FIG. 1, um sistema de medição analítica 100 pode incluir uma câmara de combustão 102 e um sistema 20 de injeção de combustível 104. Nesta modalidade, a câmara de combustão 102 pode compreender uma câmara de combustão de volume constante que recebe um espécime de combustível a partir do sistema de injeção 104. Outras modalidades podem incluir uma câmara de combustão de volume variável. O 25 sistema pode também incluir diversos sensores de instrumento 108, 110, 112, 114, 116, 117, 118, 120 e 122 que são configurados para comunicar-se com um sistema de controle 124. Além disso, o sistema pode incluir um sistema de esfriamento 106 e um ou mais fornecimentos de pressão de 30 gás comprimido 126 e 128.

O sistema de medição analítica 100 pode ser utilizado para determinar diversas características de combustão de um combustível testado, tal como o retardo de ignição (ID), máxima variação de pressão (MPD), máxima variação de temperatura (MDT), taxa de área de liberação de calor (ROHRA), período de combustão (CP), e instante em que ocorreu a máxima pressão (TAMPD), ou similar. Nesta modalidade, as características de combustão podem ser determinadas pelo sistema de medição analítica 100 que utiliza dados provenientes de um ou mais sensores 108, 110, 112, 114, 116, 117, 118, 120, e 122 que medem pressões, temperaturas, ou outros parâmetros quando um espécime de combustível combustado na câmara de combustão 102. Em algumas modalidades, a câmara de combustão 102 pode ser utilizada para simular as condições de um processo de combustão de um motor HCCI, tal como um motor a diesel real ou prototípico. A saída de dados dos sensores 108, 110, 112, 114, 116, 117, 118, 120 e 122 pode ser recebida pelo sistema de controle 124 para determinação (por exemplo, medição direta pelo sensor, algoritmo computacional, cálculo estatístico, conversão ou derivação matemática, outras técnicas determinativas, ou uma combinação destes) das características de combustão.

A câmara de combustão 102 pode incluir um bloco cilíndrico 130 que possui um volume substancialmente constante. Nesta modalidade, por exemplo, o volume substancialmente constante do bloco cilíndrico pode ser $0,60 \pm 0,03$ L. Além disso, a câmara de combustão 102 pode incluir diversos elementos de aquecimento externo 132, um escudo de calor 134, uma válvula de admissão 136, e uma

válvula de exaustão 138. Uma abertura 140 em uma primeira extremidade da câmara de combustão 102 pode acomodar a inserção de um conjunto de bocais injetores de combustível 142, e diversas aberturas 144 em uma segunda extremidade da câmara de combustão 102 podem acomodar a inserção do tubo de ar de admissão 146, o tubo de ar de exaustão 148, e diversos sensores 110, 114, e 116.

Nesta modalidade, uma extremidade do tubo de ar de admissão 146 pode estar em comunicação de fluido com uma das aberturas 144 da parte inferior da câmara de combustão 102, e a extremidade oposta do tubo de ar de admissão 146 pode estar em comunicação de fluido com o fornecimento de ar de carga 128. O tubo de ar de admissão 146 pode fornecer o fornecimento de ar de carga à câmara de combustão 102 antes do evento de combustão (descrito em maior detalhe abaixo). A entrada de ar de admissão na câmara de combustão 102 pode ser controlada pela válvula de admissão 136, que em algumas modalidades, pode ser eletronicamente acionada, pode medir o ar de admissão, ou ambos. Além disso, o tubo de ar de admissão 146 pode incluir uma válvula de segurança 150 que age como uma proteção no caso de uma falha da válvula de entrada 136. O fornecimento de gás comprimido proveniente do fornecimento de ar de carga 128 pode ser regulado por um regulador. Em um caso, o regulador é um regulador de dois estágios capaz de controlar a pressão do ar de admissão para uma pressão mínima de, por exemplo, aproximadamente 2,40 MPa. Contudo, outros reguladores de estágios múltiplos ou únicos, bem como pressões mínimas maiores ou inferiores, estão dentro do âmbito da invenção.

Ainda em relação à FIG. 1, uma extremidade do tubo de

ar de exaustão 148 pode estar em comunicação de fluido com uma das aberturas 144 na parte inferior da câmara de combustão 102, e a extremidade oposta do tubo de ar de exaustão 148 pode estar em comunicação de fluido com um sistema de ventilação de exaustão 152. O tubo de ar de exaustão 148 pode descarregar os subprodutos do processo de combustão provenientes da câmara de combustão 102. A descarga dos subprodutos do processo de combustão proveniente da câmara de combustão 102 pode ser controlada pela válvula de exaustão 138, que em algumas modalidades, pode ser eletronicamente acionada. O tubo de ar de exaustão 148 pode conter um filtro no tubo 154 que filtra parcialmente os subprodutos do processo de combustão.

O sistema de injeção de combustível 104 pode incluir uma bomba de injeção de combustível 156, um acionador de bomba injetora 158, o conjunto de bocais injetores de combustível anteriormente descrito 142, e um reservatório de amostra de combustível 160. Em tais circunstâncias, o sistema de injeção de combustível 104 pode ser controlado para entregar um espécime de combustível do reservatório 160 para a câmara de combustão (por exemplo, através do conjunto de bocais 142).

O conjunto de bocais injetores de combustível 142 pode incluir um bocal injetor de combustível 162, tal como um bocal de um orifício padrão ou um bocal de orifícios múltiplos padrão. O bocal injetor de combustível 162 pode incorporar uma extensão de agulha carregada por mola 164 que inclui um parafuso e porca de trava 166 para ajustar o bocal injetor de combustível 162 abrindo à pressão estabelecida. Além disso, o conjunto de bocais injetores de

combustível 142 pode incluir uma passagem de sangria de combustível 168 que permite a comunicação de fluido com uma ou mais válvulas de escape externas 170 (para sangrar combustível do conjunto de bocais injetores de combustível 142). As válvulas de escape externas 170 podem estar em comunicação de fluido com o dreno do resto de amostra 172 através de um tubo de dreno 174. O conjunto de bocais injetores de combustível 142 pode incluir um sensor de movimento de bocal de injeção 122 montado próxima à parte superior da extensão de agulha carregada por mola 164. O sensor de movimento de bocal de injeção 122 pode ser utilizado para determinar quando a extensão de agulha carregada por mola 164 levanta, permitindo deste modo que o sistema de controle 124 determine o início, o final, e a duração de um período de injeção de combustível.

O conjunto de bocais injetores de combustível 142 pode ser acoplado à bomba de injeção de combustível 156. A bomba de injeção de combustível 156 pode fornecer combustível ao conjunto de bocais injetores de combustível 142 através de uma passagem interna de fornecimento de combustível 175. Em algumas modalidades, o sistema de injeção de combustível 104 do sistema de medição analítico 100 pode ser pneumaticamente acionado. Para esta finalidade, a bomba de injeção de combustível 156 pode ser acoplada ao acionador de bomba injetora 158, que pode estar em comunicação de fluido com o fornecimento de ar pneumático 126 através de um tubo de fornecimento de ar pneumático 176. O fornecimento de ar comprimido proveniente do fornecimento de ar pneumático 126 para o acionador de bomba injetora 158 pode ser regulado por um medidor de

chave de regulador 112. Nesta modalidade, o medidor de
chave de regulador 112 pode ser um regulador de dois
estágios capaz de controlar a pressão a jusante para uma
pressão mínima de, por exemplo, aproximadamente 0,75 MPa. O
5 uso de reguladores únicos ou estágios múltiplos, bem como
pressões mínimas maiores ou menores, está dentro do âmbito
da invenção. Como tal, o fornecimento de ar comprimido
proveniente do fornecimento de ar pneumático 126 para o
acionador de bomba injetora 158 (controlado por uma válvula
10 acionadora 178) provoca a ação mecânica do acionador de
bomba injetora 158 na bomba de injeção de combustível 156.
Em outras modalidades, o sistema de injeção de combustível
pode ser acionado utilizando sistemas completa ou
parcialmente hidráulicos ou elétricos.

15 Ainda em relação à FIG. 1, o reservatório de amostra
de combustível 160 pode possuir um volume substancialmente
fixo, por exemplo, aproximadamente 100 mL. O reservatório
160 pode compreender um corpo de reservatório 180 e uma
parte superior de reservatório 182 que pode ser fixada de
20 forma removível através de uma conexão rosqueada, de
pressão, ou de cavilha. O reservatório 160 pode estar em
comunicação de fluido com o fornecimento de ar pneumático
1216 através de um tubo de fornecimento de ar pneumático
184. O fornecimento de ar comprimido proveniente do
25 fornecimento de ar pneumático 126 para o reservatório 160
pode ser regulado por válvula de reservatório 186. O
reservatório 160 pode estar em comunicação de fluido com a
bomba injetora de combustível 156 através de tubo de
fornecimento de combustível 187.

30 O sistema de esfriamento 106 pode compreender um

sistema de esfriamento de circulação de malha fechada para controlar a temperatura do bocal injetor de combustível 162. O sistema de esfriamento 106 pode incluir um permutador de calor auxiliar 188 com uma bomba de 5 circulação embutida e válvulas de controle de fluxo para controlar o fluxo de esfriamento. O esfriamento pode fluir entre o permutador de calor auxiliar 188 e o bocal injetor de combustível 162 através de tubo de fornecimento de esfriamento 190 e tubo de retorno de esfriamento 192. O 10 fluido de esfriamento pode compreender água, um anti-congelador à base de glicol, uma mistura de água e um anti-congelador à base de etileno glicol (por exemplo, razão de 50:50 em volume), ou similar.

Conforme mostrado na FIG. 1, o sistema de medição 15 analítico 100 pode incluir diversos sensores 108, 110, 112, 114, 116, 118, 120, e 122. Nesta modalidade, pelo menos alguns dos sensores 108, 110, 112, 114, 116, 117, 118, 120 e 122 podem ser utilizados para medir um parâmetro tal como pressão, temperatura, ou outra condição dentro do sistema 20 de medição analítico 100. Por exemplo, os sensores podem incluir um sensor de pressão estática 108, um sensor dinâmico de pressão 110, medidor de pressão de injeção 112, um sensor de temperatura de parede interna 114, um sensor de temperatura de ar de carga 116, um sensor de temperatura 25 e injeção de combustível 117, um sensor de temperatura de bocal injetor 118, um sensor de sistema de esfriamento 120 e um sensor de movimento de bocal injetor 122.

O sensor de pressão estática 108 pode ser um transdutor de pressão que é instalado para detectar a 30 pressão estática dentro da câmara de combustão 102 antes e

após cada ciclo de combustão. O sensor dinâmico de pressão 110 pode também ser um transdutor de pressão. O sensor dinâmico de pressão 110 pode ser configurado para detectar a pressão dentro da câmara de combustão em uma taxa de amostra predeterminada durante cada ciclo de combustão. Por exemplo, a taxa de amostra do sensor dinâmico de pressão 110 pode ser 0,2 ms ou inferior, pode ser 0,1 ms ou inferior, e pode ser aproximadamente 0,05 ms, e os eventos de amostra podem ocorrer por uma duração de aproximadamente 100 ms. Em algumas modalidades, o sensor dinâmico de pressão 110 pode incluir um sensor de temperatura integrado para detectar de forma contemporânea a temperatura dentro da câmara de combustão 102.

O medidor de pressão de injeção 112 pode ser um regulador de pressão calibrado instalado entre o fornecimento de ar pneumático 126 e o acionador de bomba de injeção de combustível 158. Nesta modalidade o medidor regulador de pressão de injeção 112 é configurado para monitorar e regular a pressão do ar no tubo de fornecimento de ar pneumático 176.

O sensor de temperatura de parede interna 114 pode ser um termopar, tal como um termopar tipo K com revestimento de aço inoxidável, que pode ser preso à superfície interna do bloco cilíndrico 130. O sensor de temperatura de parede interna 114 pode ser configurado para monitorar a temperatura da superfície interna do bloco cilíndrico 130.

O sensor de temperatura de ar de carga 116 pode também ser um termopar, tal como um termopar tipo K com revestimento de aço inoxidável, que pode ser inserido no

espaço interno da câmara de combustão 102. O sensor de temperatura de ar de carga 116 pode ser configurado para monitorar a temperatura dentro da câmara de combustão 102 antes, durante, e após o processo de combustão.

5 Nesta modalidade, o sensor de temperatura de injeção de combustível 117 pode ser um termômetro de resistência de platina com um revestimento de aço inoxidável, que pode ser inserido na bomba de injeção de combustível 156. Em tais circunstâncias, o sensor de temperatura de injetor de
10 combustível 117 pode ser capaz de detectar a temperatura da bomba de injeção de combustível 156. Além disso, nesta modalidade, o sensor de temperatura de bocal injetor 118 pode ser um termômetro de resistência de platina com um revestimento de aço inoxidável, que pode ser inserido no
15 conjunto de bocais injetores de combustível 142 para detectar a temperatura do bocal injetor de combustível 162. O sensor de temperatura de esfriamento 120 pode ser um sensor externo que pode ser utilizado para detectar a temperatura do esfriamento no permutador de calor auxiliar
20 188. O sensor de movimento de bocal injetor 122 pode ser configurado para propiciar um espaçamento adequado entre a superfície sensível e a extremidade da extensão de agulha carregada por mola 164. Tal configuração permite que o sensor 122 detecte o início de injeção de combustível e o
25 término de injeção de combustível, e estes dados podem ser utilizados pelo sistema de controle 124 para calcular a duração do período de injeção de combustível.

Os sensores 108, 110, 112, 114, 116, 117, 118, 120, e 122 podem fazer interface com o sistema de controle 124
30 através de um cartão controlador 194 ou similar. Nesta

modalidade, o cartão controlador 194 pode compreender um circuito controlador e pode ser conectado através de um cabo 196, tal como um cabo USB, a um sistema de computador 198. De forma alternativa, o cartão controlador 194 pode ser diretamente instalado no sistema de computador 198. Em algumas modalidades o computador 198 pode compreender um sistema de computador pessoal que possui um invólucro de computador 200 e um dispositivo de exibição 202. O invólucro de computador 200 pode compreender uma interface de entrada/saída 204, um processador 206, e memória de computador 208 (por exemplo, um meio legível por computador tal como dispositivos de memória semicondutores, dispositivos de memória flash, discos magnéticos que incluem discos rígidos internos ou discos removíveis, ou discos magneto-óticos) de modo a propiciar controle automatizado de componentes de análise de combustão específica. Por exemplo, o processador 206 pode ser configurado para executar um código de software de computador armazenado na memória 208 de modo que, quando executado, o código de software de computador possa receber dados dos sensores, processar tais dados, e gerar um relatório de saída 210 que exhibe diversas características de combustão no dispositivo de exibição 202. O relatório de saída 210 pode ser salvo na memória do computador 208 bem como exibido no dispositivo de exibição 202.

Em relação à FIG. 2, o sistema de computador 198 pode munir um usuário com um relatório de saída 210 que exhibe de forma contemporânea valores para diversas características de combustão. Nesta modalidade, o relatório de saída 210 compreende um gráfico de eixos geométricos múltiplos 212

que mostra valores para seis características de combustão: ID, MDP, MDP, ROHRA, CP, e TAMPD. Por exemplo, o valor para a característica de combustão de ID (retardo de ignição) pode ser representado no eixo geométrico ID 214. Da mesma

5 forma, o valor para a característica de combustão MDP (máxima variação de pressão) pode ser representado no eixo geométrico MDP 216, o valor para a característica de combustão MDT (máxima variação de temperatura) pode ser representado no eixo geométrico MDT 218, o valor para a

10 característica de combustão ROHRA (taxa de área de liberação de calor) pode ser representado no eixo geométrico ROHRA 220, o valor para a característica de combustão CP (período de combustão) pode ser representado no eixo geométrico CP 222, e o valor para a característica

15 de combustão TAMPD (instante em que ocorreu a máxima pressão) pode ser representado no eixo geométrico TAMPD 224. O gráfico de eixos geométricos múltiplos 212 pode incluir uma linha (por exemplo, uma linha pontilhada nesta modalidade mostrada na FIG. 2) que conecta os pontos de

20 valor de cada eixo geométrico, propiciando deste modo um formato que pode ser diferente para cada combustível testado dependendo das características de combustão dos combustíveis. O gráfico de eixos geométricos múltiplos 212 pode servir como um fator de forma de combustível que pode

25 ser utilizado para descrever de forma quantitativa e qualitativa as características de combustão de um ou mais combustíveis.

Deve ser entendido que o gráfico de eixos geométricos múltiplos 212 pode mostrar outros valores para um número de

30 características de combustão que não as seis

características. Por exemplo, em algumas modalidades, o gráfico de eixos geométricos múltiplos 212 pode mostrar um conjunto de três características de combustão (por exemplo, conjuntos de três tais como ID, ROHRA, e TAMPD; ID, MDP, e CP; ou similar). Em outro exemplo, o gráfico de eixos geométricos múltiplos 212 pode mostrar duas, três, quatro, cinco ou mais características de combustão. Em tais circunstâncias, o gráfico de eixos geométricos múltiplos pode compreender um eixo geométrico para cada uma das características de combustão selecionadas. O sistema 100 e o sistema de controle 124 (FIG. 1) podem ser configurados para determinar pelo menos as características de combustão selecionadas. Além disso, deve ser entendido que o gráfico de eixos geométricos múltiplos 212 ou outra porção do relatório de saída 210 pode adicional ou alternativamente mostrar outros valores para características de combustão do que as características ID, MDP, MDP, ROHRA, CP, e TAMPD previamente descritas. Por exemplo, em algumas modalidades, o gráfico de eixos geométricos múltiplos 212 pode mostrar valores para características de combustão tais como número cetânico, índice de octana, conteúdo aromático, ou similar além de um ou mais valores de características de ID, MDP, MDP, ROHRA, CP, e TAMPD. Se desejado, o sistema 100 e o sistema de controle 124 (FIG. 1) podem ser configurados para determinar estas características de combustão alternativas.

Em algumas modalidades, o relatório de saída 210 exibido no dispositivo de exibição 202 pode mostrar um gráfico de traçado de pressão 226 que é indicativo dos dados provenientes do sensor dinâmico de pressão 110 na

câmara de combustão 102 antes e durante um evento de combustão. O gráfico de traçado de pressão 226 pode ser utilizado para visualizar graficamente o retardo de ignição 228 do evento de combustão. Nesta modalidade o retardo de ignição 228 pode ser definido como o instante aproximado do início de injeção 230 até o início de combustão 232 (o início de combustão 232 pode ser determinado a partir de uma alteração detectada em pressão durante pressão estática de câmara de combustão 234 na câmara de combustão 102 criada pelo início de um evento de combustão). Além disso, o gráfico de traçado de pressão 226 pode ser utilizado para visualizar graficamente a máxima pressão e combustão 236 criada pelo ciclo de combustão. Deve ser entendido que além de ou em alternativa a exibir o gráfico de traçado de pressão 226, o relatório de saída 210 pode exibir um gráfico de traçado de temperatura (por exemplo, indicativo dos dados provenientes do sensor de temperatura do ar de carga 116 antes e durante o evento de combustão), um gráfico de traçado de pressão derivativa (por exemplo, obtido dos dados provenientes do sensor dinâmico de pressão 110 antes e durante o evento de combustão), ou similar.

Ainda em relação à FIG. 2, relatório de saída 210 exibido no dispositivo de exibição 202 pode também mostrar uma área de exibição numérica 238 que exibe os valores das características de combustão (por exemplo, ID, MDP, MDP, ROHRA, CP, e TAMPD) determinadas pelo sistema de medição analítica 100. Ao selecionar um combustível previamente testado (por exemplo, Combustível A, Combustível B, Combustível C, ou Combustível D) a partir de um menu descendente 240, as características de combustão de

combustíveis diferentes podem ser exibidas de forma alternativa na área de exibição numérica 238 e no gráfico de eixos geométricos múltiplos 212.

As características de combustão previamente
5 determinadas de um ou mais combustíveis podem ser exibidas separadamente ou de forma contemporânea no gráfico de eixos geométricos múltiplos 212 utilizando uma caixa de exibição de combustível 242. Um ou mais combustíveis podem ser selecionados na caixa de exibição de combustível 242 (por
10 exemplo, por um usuário clicando os nomes de combustível com um mouse ou outro dispositivo de entrada). Ao selecionar um botão para carregar 244, o computador 198 carrega o(s) relatório(s) de saída selecionado(s) da memória 208. Além disso, ao selecionar um botão de
15 comparação 246, o computador 198 gera um relatório de saída 210 que é exibido no dispositivo de exibição 202. O relatório de saída 210 inclui um gráfico das características de combustão das uma ou mais amostras de combustível selecionadas no gráfico de eixos geométricos
20 múltiplos 212. Além disso, o dispositivo de exibição 202 pode mostrar de forma contemporânea os gráficos de traço de pressão 226 para cada uma das amostras de combustível selecionadas.

Nesta modalidade, selecionar um botão para editar 248
25 permite que dados de fonte no relatório de saída 210 sejam editados. Além disso, ou em alternativa, o botão para editar 248 pode permitir a um usuário editar etiquetas de eixo geométrico, o título do gráfico, os títulos dos tubos, as cores dos tubos, a orientação do gráfico, o arranjo dos
30 eixos geométricos no gráfico, e outras tais edições.

Selecionar um botão de re-graduação 250 permite que o gráfico de eixos geométricos múltiplos 212 ou o gráfico de traço de pressão 226 seja re-graduado. Os gráficos podem ser re-graduados para uma escala mais bem ajustada, uma
5 escala definida por usuário, ou similar. Além disso, um botão para salvar 252 pode permitir que o relatório de saída 210 e outros dados atualmente exibidos no monitor 202 sejam salvos na memória 208.

Em relação à FIG. 3A, um método exemplificativo 300
10 para determinar as características de combustão de um combustível testado pode incluir a operação 305 de iniciar e aquecer a câmara de combustão 102. Por exemplo, a válvula de ar de carga 136 (FIG. 1) na fonte do fornecimento de ar de carga 128 pode ser operada de modo a preencher a câmara
15 de combustão 102 com ar. Os reguladores de pressão de fornecimento de ar de carga (não mostrados na FIG. 1) podem ser ajustados conforme necessário para propiciar a câmara de combustão 102 com pressão estática de ar, por exemplo, em aproximadamente 2,4 MPa +/- 0,02 MPa. Nesta modalidade
20 do método 300, a câmara de combustão 102 pode ser preenchida com ar que compreende uma mistura de aproximadamente 20,9% de oxigênio, aproximadamente 78-79% de nitrogênio, e percentagens menores de outros gases encontrados na atmosfera. Como parte da operação de
25 iniciação e aquecimento 305, o computador 198, o sistema de esfriamento 106, e o fornecimento de ar pneumático 126 podem ser ativados. A seqüência de aquecimento pode ser iniciada ao utilizar o sistema de controle 124 (por exemplo, executando uma seqüência de iniciação do
30 computador 198). Durante a seqüência de aquecimento, a

câmara de combustão 102 é aquecida até uma temperatura de equilíbrio ser alcançada, por exemplo, aproximadamente 575°C.

O método 300 pode também incluir a operação 310 de
5 filtrar e preparar a espécime de combustível. Por exemplo, um usuário pode filtrar o combustível em temperatura ambiente utilizando uma seringa de vidro e um elemento de filtro de uso único para preparar o combustível, tal como aproximadamente 220 mL ou mais do espécime de combustível.
10 Durante a operação 315 do método 300, a proteção de reservatório 182 (FIG. 1) pode ser removida do corpo do reservatório 180 e o corpo do reservatório 180 preenchido com o combustível. A proteção de reservatório 182 pode então ser re-instalada. Todo o combustível pode ser
15 descarregado através do sistema de injeção de combustível até o reservatório de combustível 160 estar vazio. Em operação 315, a proteção de reservatório 182 pode em seguida ser removida e o corpo de reservatório 180 ser re-preenchido com o combustível. A proteção de reservatório
20 182 pode novamente ser reinstalada.

Ainda em relação à FIG. 3, o método 300 pode incluir a operação 325 de determinação automática de iniciação de características de combustão. Na operação 325, a determinação das características de combustão pode ser
25 iniciada utilizando o sistema de computador 198 ou outra porção do sistema de controle 124 (FIG. 1). Durante ou após a iniciação descrita na operação 325, um espécime pequeno de combustível pode ser injetado na câmara de combustão de temperatura controlada, aquecida 102, que foi previamente
30 carregada com ar comprimido. Nesta modalidade, cada injeção

pode produzir um evento de combustão de ignição de compressão, de acionamento único. Algumas modalidades do sistema 100 podem propiciar determinação de valores para características de combustão tais como ID, MDP, MDP, ROHRA, CP, e TAMPD, ou similares (descritas, por exemplo, em 5 conexão com as FIGS. 4-16).

Na operação 330, um ou mais eventos de combustão na câmara de combustão podem ser monitorados. Por exemplo, um usuário pode monitorar o evento de combustão para verificar 10 que o período de tempo de injeção está dentro de uma faixa apropriada, tal como entre 4,0 ms e 6,0 ms. Em algumas modalidades, uma seqüência de teste mais completa pode ser conseguida ao iniciar o sistema 100 para realizar dois eventos de combustão preliminares e diversos eventos de 15 combustão consecutivos (por exemplo, três, cinco, dez, quinze, vinte, vinte e cinco, ou mais), durante os quais os eventos de combustão são monitorados por um usuário e os sensores transmitem dados para cada um dos eventos consecutivos. Nestas circunstâncias, os eventos de 20 combustão podem ser monitorados, por exemplo, para verificar que a média de período de injeção e os períodos de injeção individuais estão dentro de uma faixa adequada, tal como uma média de 5,00 ms +/- 0,25 ms e períodos individuais entre 4,0 ms e 6,0 ms. Se tanto a média de 25 períodos de injeção quanto os períodos de injeção individuais ficarem fora dos limites respectivos, ajustes podem ser exigidos, tais como ajustes para o bocal injetor de combustível 162 e a extensão de agulha carregada por mola 164. Seguindo quaisquer tais ajustes, o método 300 30 pode ser repetido começando com a preparação de mais

combustível 310. Se tanto a média de períodos de injeção quanto os períodos de injeção individuais ficarem dentro dos limites, o teste pode ser aceito e os resultados podem ser analisados.

5 O método 300 pode também incluir a operação 335 de visualização de um relatório de saída gerado pelo sistema 100. Na operação 335, o relatório de saída 210 pode ser gerado pelo sistema de computador 198 e exibido no dispositivo de exibição 200 (fazer referência, por exemplo, 10 à FIG. 2). O relatório de saída 10 pode incluir valores determinados para diversas características de combustão, tais como ID, MDP, MDP, ROHRA, CP, e TAMPD, ou similares.

Na operação 345, o usuário pode exercitar uma opção para comparar o relatório de saída 210 com um ou mais 15 relatórios de saída 210 de amostras de combustível previamente testadas. Por exemplo, na operação 350, o usuário pode comparar os relatórios de saída 210 para um ou mais dos Combustível A, Combustível B, Combustível C, e Combustível D conforme previamente descrito em conexão com 20 a FIG. 2. Os valores previamente determinados para as características de combustão dos combustíveis testados podem ser exibidos separadamente ou de forma contemporânea no gráfico de eixos geométricos múltiplos 212.

Na operação 355, qualquer combustível remanescente 25 pode ser descarregado através do sistema de injeção de combustível 104 até o reservatório de combustível 180 estar vazio. Opcionalmente, a proteção de reservatório 182 pode ser removida para inspecionar visualmente que o reservatório de combustível 180 está vazio. A proteção de 30 reservatório de combustível 182 pode ser reinstalada. Na

operação 360, o sistema 100 pode novamente ser preparado para um espécime de combustível diferente. De forma alternativa, a câmara de combustão 102 pode ser fechada.

Se a câmara de combustão 102 vai ser fechada, o usuário pode confirmar que todo o combustível foi descarregado do sistema de injeção de combustível 104 e que o corpo de reservatório 180 está vazio. Além disso, a válvula de ar de carga 136 na fonte do fornecimento de ar de carga 128 pode estar fechada. Em algumas modalidades, o computador 198 pode ser utilizado para fechar a câmara de combustão 102. Durante um fechamento completo, o computador 198, o sistema de esfriamento de circulação 106, e o fornecimento de ar pneumático 126 podem ser desligados, e a câmara de combustão 102 pode ser descomprimida e esfriada até temperatura ambiente.

Em relação à FIG. 3B, um método exemplificativo de relatar as características de combustão de um combustível testado pode incluir a operação 370 de receber dados indicativos da pressão e da temperatura na câmara de combustão 102 antes do evento de combustão. Conforme previamente descrito em conexão com as FIGS. 1-2, o processo para determinar e registrar características de combustão pode ser pelo menos parcialmente implementado utilizando um sistema de computador, tal como computador 198 (FIG. 1). Como tal, a operação 370 pode ser pelo menos parcialmente implementada pelo sistema de computador 198 que recebe um ou mais sinais de dados a partir do sensor de pressão estática 108 e do sensor de temperatura do ar de carga 116, (por exemplo, transmitidos para o sistema de computador 198 através do cartão de controle 194). Se ambas

a pressão estática e a temperatura na câmara de combustão estão dentro das faixas apropriadas, a câmara de combustão 102 pode estar operacional e pronta para combustão de combustível.

5 O método 365 pode também incluir a operação 375 de receber dados indicativos da pressão e da temperatura na câmara de combustão durante a combustão do combustível. Naquelas modalidades em que a operação 375 é pelo menos parcialmente implementada pelo sistema de computador 198,
10 os dados podem ser recebidos a partir do sensor dinâmico de pressão 100 e do sensor de temperatura do ar de carga 166. Por exemplo, durante o um ou mais eventos de combustão realizados ao testar um espécime de combustível, o sensor dinâmico de pressão 110 e o sensor de temperatura do ar de
15 carga 116 podem detectar as alterações dinâmicas em pressão e temperatura em uma taxa de amostra predeterminada. O sistema de computador 198 pode receber um ou mais sinais de dados a partir do sensor dinâmico de pressão 110 e do sensor de temperatura do ar de carga 116 (por exemplo,
20 transmitidos pelo cartão de controle 194). Nesta modalidade específica, a taxa de amostra para receber dados do sensor dinâmico de pressão 110 e do sensor de temperatura do ar de carga 116 pode ser aproximadamente 0,05 ms e cada evento de combustão individual pode ocorrer durante um período de
25 aproximadamente 100 ms. Em outras modalidades, taxas de amostra diferentes podem ser utilizadas.

 O método 365 pode incluir a operação 385 para determinar diversas características de combustão associadas com o combustível injetado. Em algumas modalidades
30 implementadas por computador, o sistema de computador 198

pode incluir pelo menos um componente de hardware ou um programa de software armazenado na memória do computador 208 que é configurado para determinar (por exemplo, atribuir diretamente a partir dos dados do sensor, algoritmo computacional, cálculo estatístico, conversão 5 matemática ou derivação, outras técnicas determinativas, ou uma combinação destes) diversas características de combustão com base pelo menos em parte nos dados recebidos dos sensores. Por exemplo, durante ou após o um ou mais 10 eventos, o sistema de computador 198 pode determinar os valores para diversas características de combustão, tais como ID, MDP, MDT, ROHRA, CP, e TAMPD, com base pelo menos em parte nos dados recebidos dos sensores. Nesta modalidade, o sistema de computador 198 pode ser adaptado 15 para determinar o valor para ID utilizando dados de pressão e movimento detectados através do sensor dinâmico de pressão 110 e o sensor de movimento de bocal injetor 122. Além disso, nesta modalidade, o sistema de computador 198 pode ser adaptado para determinar os valores para MDP, 20 EOHRA, CP, e TAMPD utilizando dados de pressão recebidos do sensor dinâmico de pressão 110 na taxa de amostra predeterminada. Além disso, nesta modalidade, o sistema de computador 198 pode ser adaptado para determinar o valor para MDT utilizando dados de temperatura detectados através 25 do sensor de temperatura do ar de carga 116 na taxa de amostra.

O método 365 pode também incluir a operação 390 de gerar um relatório de saída dos valores das diversas características de combustão. Em algumas modalidades 30 implementadas por computador, o sistema de computador 198

pode gerar um relatório de saída (fazer referência, por exemplo, ao relatório 210 descrito em conexão com a FIG. 2). Por exemplo, a memória do computador 208 pode compreender um programa de software que é configurado para gerar um relatório (por exemplo, exibido no dispositivo de exibição 202, impresso em papel, salvo na memória do computador 208, ou uma combinação destes) que indica os valores das características de combustão determinadas na operação 385. Na operação 395, o relatório de saída pode ser exibido para visualização por um usuário. Por exemplo, em uma modalidade implementada por computador, o relatório de saída pode ser exibido em um dispositivo de exibição 202, exibido em um dispositivo de exibição remoto após transmissão sobre uma rede, ou impresso em papel a partir do sistema de computador 198 ou um sistema de computador remoto. O relatório de saída pode incluir um gráfico de eixos geométricos múltiplos (fazer referência, por exemplo, a um gráfico 212 descrito em conexão com a FIG. 2), um gráfico de traço de pressão, ou ambos.

Conforme previamente descrito, o método 365 pode ser pelo menos parcialmente implementado utilizando um sistema de computador. Além disso, algumas modalidades de um aparelho ou método podem ser implementadas em um ou mais programas de computador que são executáveis em um sistema de computador que inclui pelo menos um processador. Um programa de computador pode ser um conjunto de instruções que podem ser utilizadas, direta ou indiretamente, em um sistema de computador para realizar certa atividade ou trazer certo resultado. Um programa de computador pode ser escrito em qualquer forma de linguagem de programação, que

inclui linguagens compiladas ou interpretadas, e pode ser empregado de qualquer forma, incluindo tanto um programa único quanto um módulo, componente, sub-rotina, ou outra unidade adequada para uso em um ambiente de computação.

5 Além disso, deve ser entendido que os componentes do sistema de computador podem ser conectados a um meio digital de comunicação de dados tal como uma rede de comunicação. Exemplos de redes de comunicação incluem, por exemplo, um LAN, um WAN, e os computadores e redes que
10 formam a Internet.

Em relação agora às FIGS. 4 e 5, uma tabela de relatório 400 e um gráfico de eixos geométricos múltiplos 500 podem ser utilizados para exibir valores para a característica de combustão de retardo de ignição (ID) 405
15 associada com diversos combustíveis (por exemplo, combustível A 410, combustível B 415, combustível C 420, e combustível D 425). Em algumas modalidades a tabela de relatório 400 e o gráfico 500 podem ser exibidos, por exemplo, em um dispositivo de exibição de computador. A
20 tabela de relatório 400 e o gráfico de eixos geométricos múltiplos 500 podem ser propiciados para a comparação quantitativa e qualitativa dos valores de ID dos combustíveis 410, 415, 420, e 425 diferentes.

Conforme discutido acima, a característica de
25 combustão de retardo de ignição pode ser definida como o tempo do início de injeção do combustível até o início da combustão. O início da combustão é indicado por um aumento em pressão de câmara de combustão sobre a pressão estática de câmara de combustão inicial 234. Para fins práticos, o
30 início de combustão pode ser definido como um aumento em

pressão de câmara de combustão acima de um valor especificado selecionado porque indica claramente o início da combustão. Nesta modalidade específica, a característica de combustível de retardo de ignição pode ser definida como

5 o tempo do início da injeção do combustível até o tempo que a pressão de câmara de combustão 102 se eleva +0,02 MPa acima da pressão estática inicial de 2,4 MPa +/- 0,02 MPa. Por exemplo, a elevação de pressão na câmara de combustão 102 pode ser detectada pelo sensor dinâmico de pressão 110,

10 e o início da injeção do espécime de combustível pode ser detectado pelo sensor de movimento de bocal injetor 122. Deve ser entendido, que em outras modalidades, o valor de ID pode ser definido de outra maneira dependendo do tipo de sensores utilizados para monitorar o evento (ou eventos) de

15 combustão, os ajustes do software de computador, ou outros componentes do sistema 100. Em algumas modalidades em que a sequência de teste compreende diversos eventos de combustível consecutivos (por exemplo, vinte e cinco eventos na câmara de combustão), o valor para a

20 característica de ID 405 pode ser obtido ao tirar a média das medições de retardo de ignição individual dos eventos de combustão consecutivos. Além disso, conforme mostrado na FIG. 4, a tabela de relatório 400 pode incluir a categoria 435 para mostrar a unidade de medição (por exemplo,

25 milissegundos) e a categoria 440 para mostrar um valor de conversão de escala (opcionalmente utilizado para exibir valores em um gráfico em escala).

O gráfico de eixos geométricos múltiplos 500 pode ser utilizado para exibir graficamente os valores determinados

30 para a característica de ID 405. Por exemplo, os valores

para a característica de ID 405 podem ser representados no eixo geométrico de ID 505 do gráfico de eixos geométricos múltiplos 500. Nesta modalidade, os valores podem se encaixar na faixa de 0,5 ms a 20 ms; por conseguinte, uma
5 escala melhor ajustada (fazer referência à categoria 440) pode ser empregada para associar um valor de ID de 0,5 ms a uma valor de escala de 0, e valor de ID de 20 ms a um valor de escala de 100. Deve ser entendido que, em outras modalidades, a escala pode ser diferente dependendo da
10 capacidade de visualização dos valores no gráfico e dependendo dos sensores e taxa de amostra utilizados no sistema 100. Os valores de ID exibidos em categorias 445, 450, 455, e 460 da tabela de relatório 400 mostram exemplos de variações que podem ocorrer de um combustível a outro.
15 Os valores de ID nesta modalidade variam de um valor de 2,16 ms para combustível D 425, a um valor de 3,12 ms para combustível B 415 e a um valor de 4,35 ms para combustível A 410, e para um valor de 11,5 ms para combustível C 420. Estes valores realmente determinados podem ser exibidos no
20 gráfico de eixos geométricos múltiplos 500, ou estes valores podem ser convertidos para valores em escala (fazer referência às categorias 445, 450, 455, e 460 da tabela de relatório 400) que são exibidos no gráfico 500. Nesta modalidade, o gráfico de eixos geométricos múltiplos 500
25 exibe os valores em escala para a determinação de ID. Em algumas modalidades, o gráfico de eixos geométricos múltiplos 500 pode incluir uma legenda 510 que associa os combustíveis testados com um identificador visual (por exemplo, uma linha única, ponto, cor, ou similar).

30 Em relação às FIGS. 6 e 7, uma tabela de relatório

600 e um gráfico de eixos geométricos múltiplos 700 podem ser utilizados para exibir valores para a característica de máxima variação de pressão (MDP) associada com diversos combustíveis (por exemplo, combustível A 410, combustível B 415, combustível C 420, e combustível D 425). Conforme previamente descrito, a tabela de relatório 600 e o gráfico de eixos geométricos múltiplos 700 podem ser exibidos a um usuário, por exemplo, em um dispositivo de exibição de computador. A tabela de relatório 600 e o gráfico de eixos geométricos múltiplos 700 podem ser propiciados para a comparação quantitativa e qualitativa dos valores de MDP dos diferentes combustíveis 410, 415, 420, 425.

Nesta modalidade específica, o valor para a característica de combustão de MDP 605 pode ser definido como a alteração máxima em pressão desenvolvida durante o processo de combustão (por exemplo, a máxima variação de pressão desenvolvida na câmara de combustão durante um evento de combustão específico menos a pressão estática no início do evento de combustão). Os valores de pressão de câmara de combustão durante o evento de combustão podem ser detectados pelo sensor dinâmico de pressão 110. Em algumas modalidades em que a sequência de teste inclui diversos eventos de combustão consecutivos, o valor de MDP pode ser calculado ao tomar o significado das determinações de máxima variação de pressão individual para os eventos de combustão consecutivos. A tabela de relatório 600 pode incluir uma categoria 635 que indica a unidade de medição 635 utilizada para o valor de MDP, tal como Pascal. Deve ser entendido, que em outras modalidades, o valor de MDP pode ser definido de outra maneira dependendo do tipo de

sensores utilizados para monitorar o evento (ou eventos) de combustão, os ajustes do software de computador, ou outros componentes do sistema 100.

O gráfico de eixos geométricos múltiplos 700 pode ser
5 utilizado para exibir graficamente os valores determinados da característica de MDP 605. Por exemplo, os valores para a característica de MDP 605 podem ser exibidos no eixo geométrico 705 do gráfico de eixos geométricos múltiplos de acordo com a legenda 510. Nesta modalidade, os valores
10 realmente determinados podem estar na faixa de 0 Pa a 4 MPa. Como tal, uma escala melhor ajustada (fazer referência à categoria 640) pode ser utilizada para associar um valor de MDP de 0 Pa a um valor em escala de 0, e um valor de MDP de 4 MPa a um valor em escala de 100. Deve ser entendido
15 que, em outras modalidades, a escala pode ser diferente dependendo da capacidade de visualização dos valores no gráfico e dependendo dos sensores e taxa de amostra utilizados no sistema 100. Os valores de MDP exibidos nas categorias 645, 650, 655, e 660 da tabela de relatório 600
20 mostram exemplos de variações que podem ocorrer dentre os combustíveis diferentes. Os valores reais de MDP nesta modalidade variam entre um valor de 0,975 MPa para combustível A 410, e um valor de 1,145 MPa para combustível B 415 e um valor de 2,2 MPa para combustível C 420, e um
25 valor de 3,5 MPa para combustível D 425. Nesta modalidade, o gráfico de eixos geométricos múltiplos 700 exibe os valores em escala para a determinação de MDP (refere-se a os valores em escala em categorias 645, 650, 655, e 660 do relatório 600), porém em algumas modalidades o gráfico de
30 eixos geométricos múltiplos 700 pode exibir os valores

realmente determinados conforme mostrado na tabela de relatório 600.

Em relação às FIGS. 8 e 9, uma tabela de relatório 800 e um gráfico de eixos geométricos múltiplos 900 podem ser utilizados para exibir valores para a característica de máxima variação de temperatura (MDT) com diversos combustíveis diferentes (por exemplo, combustível A 410, combustível B 415, combustível C 420, e combustível D 425). Em algumas modalidades, a tabela de relatório 800 e o gráfico de eixos geométricos múltiplos 900 podem ser exibidos em um dispositivo de exibição de computador e podem ser propiciados para a comparação quantitativa e qualitativa dos valores de MDT dos combustíveis 410, 415, 420, 425 diferentes. A tabela de relatório 800 pode incluir uma categoria 835 que indica a unidade de medida utilizada para o valor de MDT, tal como graus Celsius. O valor para a característica de combustão de MDT 805 pode ser definido como a alteração máxima em temperatura desenvolvida durante o processo de combustão (por exemplo, a máxima variação de temperatura desenvolvida na câmara de combustão durante um evento de combustão específico menos a temperatura inicial no início do evento de combustão). Deve ser entendido, que em outras modalidades, o valor de MDT pode ser definido de outra maneira dependendo do tipo de sensores utilizados para monitorar o evento de combustão (ou eventos), os ajustes do software de computador, ou outros componentes do sistema 100. O gráfico de eixos geométricos múltiplos 900 pode ser utilizado para exibir graficamente valores (por exemplo, valores em escala ou valores realmente determinados) determinados da característica de MDT 805.

Por exemplo, os valores em escala para MDT podem ser representados no eixo geométrico de MDT 905 de acordo com a legenda 510 e a escala melhor ajustada (fazer referência à categoria 840 na tabela de relatório 800). Nesta
5 modalidade, o gráfico de eixos geométricos múltiplos 900 exibe os valores em escala para a determinação de MDT (fazer referência aos valores em escala em categorias 845, 850, 855, e 860 do relatório 800), porém em algumas modalidades o gráfico de eixos geométricos múltiplos 900
10 pode exibir os valores realmente determinados conforme mostrado na tabela de relatório 800.

Em relação às FIGS. 10 e 11, uma tabela de relatório 1000 e um gráfico de eixos geométricos múltiplos 1100 podem ser utilizados para exibir valores para a característica de
15 área de liberação de calor (ROHRA) associada com diversos combustíveis diferentes (por exemplo, combustível A 410, combustível B 415, combustível C 420, e combustível D 425). Em algumas modalidades, a tabela de relatório 1000 e o gráfico de eixos geométricos múltiplos 1100 podem ser
20 exibidos em um dispositivo de exibição de computador e podem propiciar a comparação quantitativa e qualitativa dos valores de MDT dos combustíveis 410, 415, 420, 425 diferentes. A tabela de relatório 1000 pode incluir uma categoria 1035 que indica a unidade de medida utilizada
25 para o valor de ROHRA, tal como Pascal/ms². Nesta modalidade, o valor para a característica de combustão de ROHRA 1005 pode ser definido como a alteração máxima em temperatura desenvolvida durante o processo de combustão (por exemplo, pode ser determinada pelo cálculo da área sob
30 a curva da derivativa do traço de pressão). Deve ser

entendido, que em outras modalidades, o valor de ROHRA pode ser definido de outra maneira dependendo do tipo de sensores utilizados para monitorar o evento de combustão (ou eventos), os ajustes do software de computador, ou
5 outros componentes do sistema 100. O gráfico de eixos geométricos múltiplos 1100 pode ser utilizado para exibir graficamente valores (por exemplo, valores em escala ou valores realmente determinados) para a característica de ROHRA 1005. Por exemplo, os valores em escala para ROHRA
10 podem ser representados no eixo geométrico de ROHRA 1105 de acordo com a legenda 510 e a escala melhor ajustada (fazer referência à categoria 1040 na tabela de relatório 1000). Nesta modalidade, o gráfico de eixos geométricos múltiplos 1100 exibe os valores em escala para a determinação de
15 ROHRA (fazer referência aos valores em escala em categorias 1045, 1050, 1055, e 1060 do relatório 1100), porém em algumas modalidades o gráfico de eixos geométricos múltiplos 1100 pode exibir os valores realmente determinados conforme mostrado na tabela de relatório 1000.

20 Em relação às FIGS. 12 e 13, uma tabela de relatório 1200 e um gráfico de eixos geométricos múltiplos 1300 podem ser utilizados para exibir valores para a característica de período de combustão (CP) associada com diversos combustíveis diferentes (por exemplo, combustível A 410,
25 combustível B 415, combustível C 420, e combustível D 425). Em algumas modalidades, a tabela de relatório 1200 e o gráfico de eixos geométricos múltiplos 1300 podem ser exibidos em um dispositivo de exibição de computador e podem propiciar a comparação quantitativa e qualitativa dos
30 valores de CP dos combustíveis 410, 415, 420, 425

diferentes. A tabela de relatório 1200 pode incluir uma categoria 1235 que indica a unidade de medida utilizada para o valor de CP, tal como milissegundos. O valor para a característica de combustão de CP 1205 pode ser definido

5 como a duração em tempo do evento de combustão. Para fins práticos, o evento de combustão pode ser definido à medida que ocorre quando o aumento sustentado em pressão devido à combustão está sobre um valor especificado. Nesta modalidade, o evento de combustão é definido à medida que

10 ocorre quando o aumento sustentado em pressão para combustão é acima de 0,005 MPa/ms². Deve ser entendido, que em outras modalidades, o valor de CP pode ser definido de outra maneira dependendo do tipo de sensores utilizados para monitorar o evento de combustão (ou eventos), os

15 ajustes do software de computador, ou outros componentes do sistema 100. O gráfico de eixos geométricos múltiplos 1300 pode ser utilizado para exibir graficamente valores (por exemplo, valores em escala ou valores realmente determinados) para a característica de CP 1205. Por

20 exemplo, os valores em escala para CP podem ser representados no eixo geométrico de CP 1305 de acordo com a legenda 510 e a escala melhor ajustada (fazer referência à categoria 1240 na tabela de relatório 1200). Nesta modalidade, o gráfico de eixos geométricos múltiplos 1300

25 exibe os valores em escala para a determinação de CP (refere-se aos valores em escala em categorias 1245, 1250, 1255, e 1260 do relatório 1200), porém em algumas modalidades o gráfico de eixos geométricos múltiplos 1300 pode exibir os valores realmente determinados conforme

30 mostrado na tabela de relatório 1200.

Em relação às FIGS. 14 e 15, uma tabela de relatório 1400 e um gráfico de eixos geométricos múltiplos 1500 podem ser utilizados para exibir valores para a característica de máxima variação de pressão (TAMPD) associada com diversos combustíveis diferentes (por exemplo, combustível A 410, combustível B 415, combustível C 420, e combustível D 425). Em algumas modalidades, a tabela de relatório 1400 e o gráfico de eixos geométricos múltiplos 1500 podem ser exibidos em um dispositivo de exibição de computador e podem propiciar a comparação quantitativa e qualitativa dos valores de TAMPD dos combustíveis 410, 415, 420, 425 diferentes. A tabela de relatório 1400 pode incluir uma categoria 1435 que indica a unidade de medida utilizada para o valor de TAMPD, tal como milissegundos. O valor para a característica de combustão de TAMPD 1405 pode ser definido como a duração em tempo do início de combustão (por exemplo, o início de combustão utilizado em determinar a característica de combustão de retardo de ignição 405 para a pressão de combustão máxima). Deve ser entendido, que em outras modalidades, o valor de TAMPD pode ser definido de outra maneira dependendo do tipo de sensores utilizados para monitorar o evento de combustão (ou eventos), os ajustes do software de computador, ou outros componentes do sistema 100. O gráfico de eixos geométricos múltiplos 1500 pode ser utilizado para exibir graficamente valores (por exemplo, valores em escala ou valores realmente determinados) para a característica de TAMPD 1405. Por exemplo, os valores em escala para TAMPD podem ser representados no eixo geométrico de TAMPD 1505 de acordo com a legenda 510 e a escala melhor ajustada (fazer

referência à categoria 1440 na tabela de relatório 1400). Nesta modalidade, o gráfico de eixos geométricos múltiplos 1500 exibe os valores em escala para a determinação de TAMPD (refere-se aos valores em escala em categorias 1445, 1450, 1455, e 1460 do relatório 1400), porém em algumas modalidades o gráfico de eixos geométricos múltiplos 1500 pode exibir os valores realmente determinados conforme mostrado na tabela de relatório 1400.

Em relação à FIG. 16, um gráfico de eixos geométricos múltiplos 1600 pode servir como um fator de forma de combustível. O gráfico 1600 pode propiciar um modelo eficiente para comparação e análise eficazes das características de combustão, por exemplo, alguns ou todas as características ID, MDP, MDT, ROHRA, CP, e TAMPD previamente descritas e outras características (por exemplo, índice de octana, número cetânico, conteúdo aromático, ou similares. Os valores das características de combustão para diversos combustíveis diferentes (por exemplo, combustível A 410, combustível B 415, combustível C 420, e combustível D 425) pode ser exibida de forma contemporânea no gráfico de eixos geométricos múltiplos 1600 para propiciar uma comparação eficaz e ferramenta de análise. Em algumas modalidades, o fator de forma de combustível exibido no gráfico de eixos geométricos múltiplos 1600 pode ser utilizado para estimar a adequação do combustível testado para operação em configuração de motor específica.

O gráfico 1600 pode ser criado de um amaneira similar aos gráficos de eixos geométricos múltiplos 500, 700, 900, 1100, 1300, e 1500 descritos em conexão com as FIGS. 5, 7,

9, 11, 13, e 15. Em algumas circunstâncias, as linhas 1610, 1615, 1620, e 1625 podem ser desenhadas conectando os valores de característica de combustão associados com cada um dos quatro combustíveis a diesel 410, 415, 420, e 425, propiciando deste modo um formato que pode ser diferente para cada um dos combustíveis diferentes. Conforme previamente descrito em conexão com as FIGS. 2, 3A, e 3B, o gráfico de eixos geométricos múltiplos 1600 pode ser gerado para visualização por um usuário após os um ou mais eventos de combustão serem realizados dentro da câmara de combustão 102 (FIG. 1). Em seguida permite-se que o usuário analise de forma contemporânea diversas características de combustão para combustíveis diferentes de interesse. Ao servir como um fator de forma, o gráfico de eixos geométricos múltiplos 1600 pode propiciar uma ferramenta eficiente para comparar diversas características dos combustíveis testados. Deve ser entendido que, em algumas modalidades, o fator de forma de combustível pode ser pelo menos parcialmente definido pelo formato do gráfico de eixos geométricos múltiplos. Em outras modalidades, o fator de forma de combustível pode ser pelo menos parcialmente definido por um valor de área do formato do gráfico de eixos geométricos múltiplos de modo que combustíveis diferentes possam ser distinguidos pelos valores de área diferentes em ordinais específicos.

Em algumas modalidades, o fator de forma de combustível pode munir um projetista de motores com um método para comparar as características de desempenho de combustível de um motor em uma condição determinada. Por exemplo, se um projeto de motor tem desempenho melhor com

combustível A 410 em uma primeira temperatura e em seguida tem desempenho melhor com combustível D 425 em uma segunda temperatura, o projetista de motores pode visualizar o fator de forma exibido no gráfico de eixos geométricos múltiplos 1600 de modo a comparar de forma quantitativa ou qualitativa as características de combustível A 410 ao combustível D 425. Tal ferramenta permite ao projetista de motores ou outro usuário desenvolver uma mistura de combustível alternada que tenha desempenho satisfatório em ambas as primeira e segunda temperaturas. A mistura de combustível alternada, por exemplo, combustível B 415, pode propiciar um acomodamento adequado das características de combustão (por exemplo, ID, MDP, MDT, ROHRA, CP, TAMPD, ou outras características determinadas pelo sistema 100) que o combustível A 410 e o combustível D 425 não propiciam neste caso. Tal comparação de características de combustível pode ser implementada como parte de sistemas e métodos conforme descrito, por exemplo, em conexão com as FIGS. 1, 2, e 3A-B.

Por exemplo, em modalidades específicas, o gráfico de eixos geométricos múltiplos 1600 pode servir como um fator de forma de combustível para selecionar comercialmente combustíveis praticáveis para uso em um projeto de motor específico. Neste exemplo, um usuário pode testar o combustível A em um motor específico e determinar que o combustível A propicia características de combustão desejáveis. Se o combustível A é um combustível de teste dispendioso, o uso comercial em larga escala de combustível A no projeto de motor pode ser impraticável. Em tais circunstâncias, o usuário pode comparar o fator de forma do

combustível A 1610 (mostrado no gráfico de eixos geométricos múltiplos 1600) para formar fatores de outros combustíveis para ver se um combustível menos dispendioso propicia características de combustão similares. Neste exemplo, o usuário pode selecionar combustível B com base pelo menos em parte em uma comparação do formato dos fatores de forma 1610 e 1615. O combustível B pode ser uma mistura de combustíveis comerciais mais prontamente disponíveis, menos dispendiosos ou uma mistura de combustível comercial com aditivos adicionais que provocam características de combustão similares ao combustível A testado. Através deste processo um usuário ou grupo de usuários pode alimentar uma base de dados (por exemplo, armazenados na memória do computador 208 (FIG. 2) e acessíveis via dispositivo de exibição 208) que possui fatores de forma de combustível para cada tipo de combustível. Sendo assim, o sistema 100 pode ser utilizado para desenvolver uma base de dados compreensiva que mostra correlações entre os formatos do fator de forma de combustível para diversos combustíveis e os resultados de combustão destes combustíveis em um projeto de motor específico. Além disso, tal base de dados pode ser utilizada por software de modelagem de combustível para inserir diretamente o formato do fator de forma de combustível em um módulo adicional do software de modelagem de combustão, eliminando deste modo interações de características de combustão de combustível. Deve ser entendido que um usuário testa os combustíveis diferentes em um sistema de simulação de motor ao invés de em um motor de combustão real. Por exemplo, dados provenientes do

gráfico de eixos geométricos múltiplos podem ser inseridos em um sistema de simulação de motor (por exemplo, sistema de software de simulação de motor GT-Power, sistema de software de simulação e modelagem CFD (dinâmica de fluido computacional), módulos de simulação Matlab, e outros sistemas de simulação implementados em um sistema de computador ou similar) para propiciar resposta para certos critérios das características de combustão do combustível. Conseqüentemente, os dados provenientes do gráfico de eixos geométricos múltiplos podem auxiliar no projeto ou seleção de combustível ao permitir que um projetista simule prontamente a combustão de um ou mais combustíveis em um motor simulado utilizando o sistema de simulação de motor.

Ainda em relação à FIG. 16, em outras modalidades, o fator de forma de combustível exibido no gráfico de eixos geométricos múltiplos 1600 pode munir um projetista de motor com um método para alterar um projeto de motor com base em uma comparação de características de combustível. Em um exemplo, o projetista de motores pode comparar e analisar as características de combustão de combustível A 410 e combustível C 420. Se o projeto atual do motor tem desempenho melhor com combustível A 410 (mesmo que o combustível C 420 deva ser utilizado para fins comerciais ou outras razões), os formatos de fator de forma exibidos no gráfico 1600 podem indicar qual característica está afetando o desempenho de combustível C 420. Tal comparação quantitativa ou qualitativamente pode fazer com que o projetista ou outro usuário altere o projeto do motor para melhor acomodar o combustível C 420. Por exemplo, o projetista de motores pode estar pronto para alterar a

razão de compressão, o projeto de redoma de pistão, o formato de câmara de combustão de cilindro principal, o núcleo e o curso, ou a elevação da árvore de cames e duração com base nas características de combustível 405, 605, 805, 1005, 1205, e 1405 do combustível C 420.

Por exemplo, em modalidades específicas, alguns projetos de motor (por exemplo, HCCI ou similar) podem exigir um combustível que sofra auto-ignição prontamente em carga inferior ou condições frias, porém sofra ignição menos facilmente em condições de carga mais elevada. Em tal circunstância, um usuário pode testar o mesmo combustível na câmara de combustão 102 do sistema 100 sob ambas as condições de carga inferior e as condições de carga elevada. Ao avaliar o fator de forma de combustível (mostrado no gráfico de eixos geométricos múltiplos 1600) para o combustível testado em ambas as condições de carga baixa e condições de carga elevada, o usuário pode identificar um combustível que possua características de auto-ignição nas condições de carga baixa e nas condições de carga elevada. De forma alternativa, ao avaliar o fator de forma de combustível (mostrado no gráfico de eixos geométricos múltiplos 1600) para o combustível testado em ambas as condições de carga baixa e condições de carga elevada, o usuário pode determinar que o combustível possui uma resistência adequada a auto-ignição em condições de carga elevada (por exemplo, retardo de ignição maior) e pode em seguida quantificar quanto retardo de ignição deveria ser reduzido nas condições de carga baixa. Em tais circunstâncias, o usuário pode ajustar o projeto de motor ou outras características para acomodar o uso do

combustível testado. Por exemplo, o usuário pode empregar um algoritmo no sistema de controle do motor que alteraria a quantidade de turbulência (ou razão de rodopio) nas condições de carga baixa, que podem reduzir o retardo de ignição nas condições de carga baixa. Conforme previamente descrito, deve ser entendido que um usuário pode testar um combustível específico em diversos motores simulados ao invés de em um motor de combustão real. Por exemplo, dados provenientes do gráfico de eixos geométricos múltiplos podem ser inseridos em um sistema de simulação de motor (por exemplo, sistema de software de simulação de motor GT-Power, sistema de software de simulação e modelagem CFD (dinâmica de fluido computacional), módulos de simulação Matlab, e outros sistemas de simulação implementados em um sistema de computador ou similar) para propiciar resposta a certos critérios das características de combustão do combustível. Como tal, os dados provenientes do gráfico de eixos geométricos múltiplos podem facilitar o projeto de motor ao permitir a um projetista prontamente simular a combustão do combustível específico em diversos projetos de motor simulados que utilizam o sistema de simulação de motor.

Diversas modalidades da invenção foram descritas. No entanto, será entendido que diversas modificações podem ser feitas sem se afastar do espírito e âmbito da invenção. Conseqüentemente, outras modalidades estão dentro do âmbito das reivindicações que se seguem.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para determinar a operabilidade de um combustível em um motor, o referido método caracterizado por compreender:

5 identificar valores para pelo menos três características de combustão de um combustível testado selecionadas a partir do grupo que consiste no retardo de ignição, máxima variação de pressão, máxima variação de temperatura, taxa de área de liberação de calor, período de
10 combustão e instante no qual ocorreu a máxima pressão;

 utilizar os valores identificados para estimar a adequação do combustível testado para operação em uma configuração de motor.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1,
15 caracterizado pelo fato da pluralidade de características de combustão incluir pelo menos o grupo de características que consiste no retardo de ignição, máxima variação de pressão, máxima variação de temperatura, taxa de área de liberação de calor, período de combustão e instante no qual
20 ocorreu a máxima pressão.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de pelo menos um dos valores das características de combustão ser automaticamente identificado por um sistema de computação.

25 4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que utilizar os valores identificados para estimar a adequação do combustível testado compreende calcular um registro de saída que identifica o combustível e é indicativo de valores
30 determinados ou graduados das pelo menos três

características de combustão.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato do registro de saída incluir os valores determinados ou graduados das pelo menos três características de combustão exibidas em um gráfico de eixos geométricos múltiplos, o gráfico de eixos geométricos múltiplos tendo um eixo geométrico para cada uma das três características de combustão.

6. Método para estimar as características de combustão de um combustível, o referido método caracterizado por compreender:

determinar valores para pelo menos três características de combustão de um combustível selecionadas a partir do grupo que consiste no retardo de ignição, máxima variação de pressão, máxima variação de temperatura, taxa de área de liberação de calor, período de combustão e instante no qual ocorreu a máxima pressão;

associar os valores identificados ao combustível.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato da pluralidade de características de combustão incluir pelo menos o grupo de características que consiste no retardo de ignição, máxima variação de pressão, máxima variação de temperatura, taxa de área de liberação de calor, período de combustão e instante no qual ocorreu a máxima pressão.

8. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato dos valores para as pelo menos três características de combustão serem determinados pelo menos parcialmente com base em dados indicativos de pressão, temperatura, ou ambos em uma câmara de combustão medidos a

uma taxa de amostras predeterminada de 0,2 ms ou menos durante combustão do combustível na câmara de combustão.

9. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de pelo menos um dos valores das
5 características de combustão ser automaticamente identificado por um sistema de computação.

10. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato dos valores determinados estarem associados ao combustível em um registro de saída que
10 identifica o combustível e é indicativo de valores determinados ou graduados das pelo menos três características de combustão.

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato do registro de saída incluir os
15 valores determinados ou graduados das pelo menos três características de combustão exibidas em um gráfico de eixos geométricos múltiplos, o gráfico de eixos geométricos múltiplos tendo um eixo geométrico para cada uma das três características de combustão.

20 12. Método para estimar as características de combustão de um combustível, o referido método caracterizado por compreender:

determinar um valor para pelo menos uma característica de combustão de um combustível selecionada a
25 partir do grupo que consiste na taxa de área de liberação de calor e período de combustão;

associar o valor identificado ao combustível.

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado por compreender ainda determinar um valor
30 para a pelo menos uma característica de combustão

selecionada a partir do grupo que consiste no retardo de ignição, máxima variação de pressão, máxima variação de temperatura e instante no qual ocorreu a máxima pressão.

14. Método, de acordo com a reivindicação 12,
5 caracterizado pelo fato do valor para a pelo menos uma característica de combustão ser determinado pelo menos parcialmente com base em dados indicativos de pressão, temperatura, ou ambos em uma câmara de combustão medidos a uma taxa de amostras predeterminada durante combustão do
10 combustível na câmara de combustão.

15. Método, de acordo com a reivindicação 13,
caracterizado pelo fato da taxa de amostras predeterminada ser 0,2 ms ou menos.

16. Método, de acordo com a reivindicação 12,
15 caracterizado pelo fato de pelo menos um dos valores das características de combustão ser automaticamente identificado por um sistema de computação.

17. Método implementado em computador de registro de características de combustão de um combustível,
20 caracterizado por compreender:

receber dados indicativos de pressão e temperatura em uma câmara de combustão a uma taxa de amostras predeterminada durante combustão de um combustível na câmara de combustão;

25 determinar valores para uma pluralidade de características de combustão associadas ao combustível consumido na câmara de combustão sendo pelo menos três das características selecionadas a partir do grupo que consiste em: retardo de ignição, máxima variação de pressão, máxima
30 variação de temperatura, taxa de área de liberação de

calor, período de combustão e instante no qual ocorreu a máxima pressão; e

gerar um registro de saída indicativo de valores determinados ou graduados das pelo menos três
5 características de combustão exibidas em um gráfico de eixos geométricos múltiplos, o gráfico de eixos geométricos múltiplos tendo um eixo geométrico para cada uma das três características de combustão.

18. Método, de acordo com a reivindicação 17,
10 caracterizado pelo fato da pluralidade de características de combustão incluir pelo menos o grupo de características que consiste no retardo de ignição, máxima variação de pressão, máxima variação de temperatura, taxa de área de liberação de calor, período de combustão e instante no qual
15 ocorreu a máxima pressão.

19. Método, de acordo com a reivindicação 17,
caracterizado pelo fato dos dados indicativos de pressão em uma câmara de combustão durante combustão do combustível serem recebidos a partir de pelo menos um sensor dinâmico
20 de pressão a uma taxa de amostras de 0,2 ms ou menos.

20. Método, de acordo com a reivindicação 17,
caracterizado pelo fato do registro de saída incluir uma lista dos valores determinados das pelo menos três características de combustão, a lista sendo exibida
25 contemporaneamente com o gráfico de eixos geométricos múltiplos.

21. Método, de acordo com a reivindicação 20,
caracterizado pelo fato do registro de saída incluir um gráfico do traçado da pressão indicativo da pressão na
30 câmara de combustão, o gráfico do traçado da pressão sendo

exibido contemporaneamente com o gráfico de eixos geométricos múltiplos.

22. Método, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de compreender ainda receber dados
5 indicativos de pressão e temperatura em uma câmara de combustão antes da combustão do combustível na câmara de combustão.

23. Método de identificação das características de combustão de um combustível, caracterizado por compreender:
10 iniciar um sistema de computação para determinar valores para uma pluralidade de características de combustão associadas a um primeiro combustível queimado na câmara de combustão, a pluralidade de características de combustão sendo pelo menos três das características
15 selecionadas a partir do grupo que consiste em: retardo de ignição, máxima pressão de combustão, máxima temperatura de combustão, taxa de liberação de calor, período de combustão e instante no qual ocorreu a máxima pressão;

fazer com que o primeiro combustível seja injetado
20 para dentro de uma câmara de combustão de modo que o primeiro combustível queime, a câmara de combustão incluindo um ou mais sensores que estão eletricamente acoplados ao sistema de computação;

visualizar um registro de saída gerado pelo sistema
25 de computação indicativo de valores determinados ou graduados das pelo menos três características de combustão, o registro de saída incluindo um gráfico de eixos geométricos múltiplos que tem um eixo geométrico para cada uma das três características de combustão.

30 24. Método, de acordo com a reivindicação 23,

caracterizado pelo fato da pluralidade de características de combustão incluir pelo menos o grupo de características que consiste no retardo de ignição, máxima pressão de combustão, máxima temperatura de combustão, taxa de liberação de calor, período de combustão e instante no qual
5 ocorreu a máxima pressão.

25. Método, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato do pelo menos um dos valores das características de combustão ser automaticamente
10 determinado com base nos dados recebidos de um ou mais sensores durante combustão do combustível, os dados sendo indicativos da pressão e temperatura na câmara de combustão.

26. Método, de acordo com a reivindicação 23,
15 caracterizado pelo fato do registro de saída indicar contemporaneamente os primeiros valores das características de combustão associadas ao primeiro combustível e segundos valores das características de combustão associadas ao segundo combustível.

20 27. Método, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato dos primeiros valores e dos segundos valores serem exibidos contemporaneamente no gráfico de eixos geométricos múltiplos.

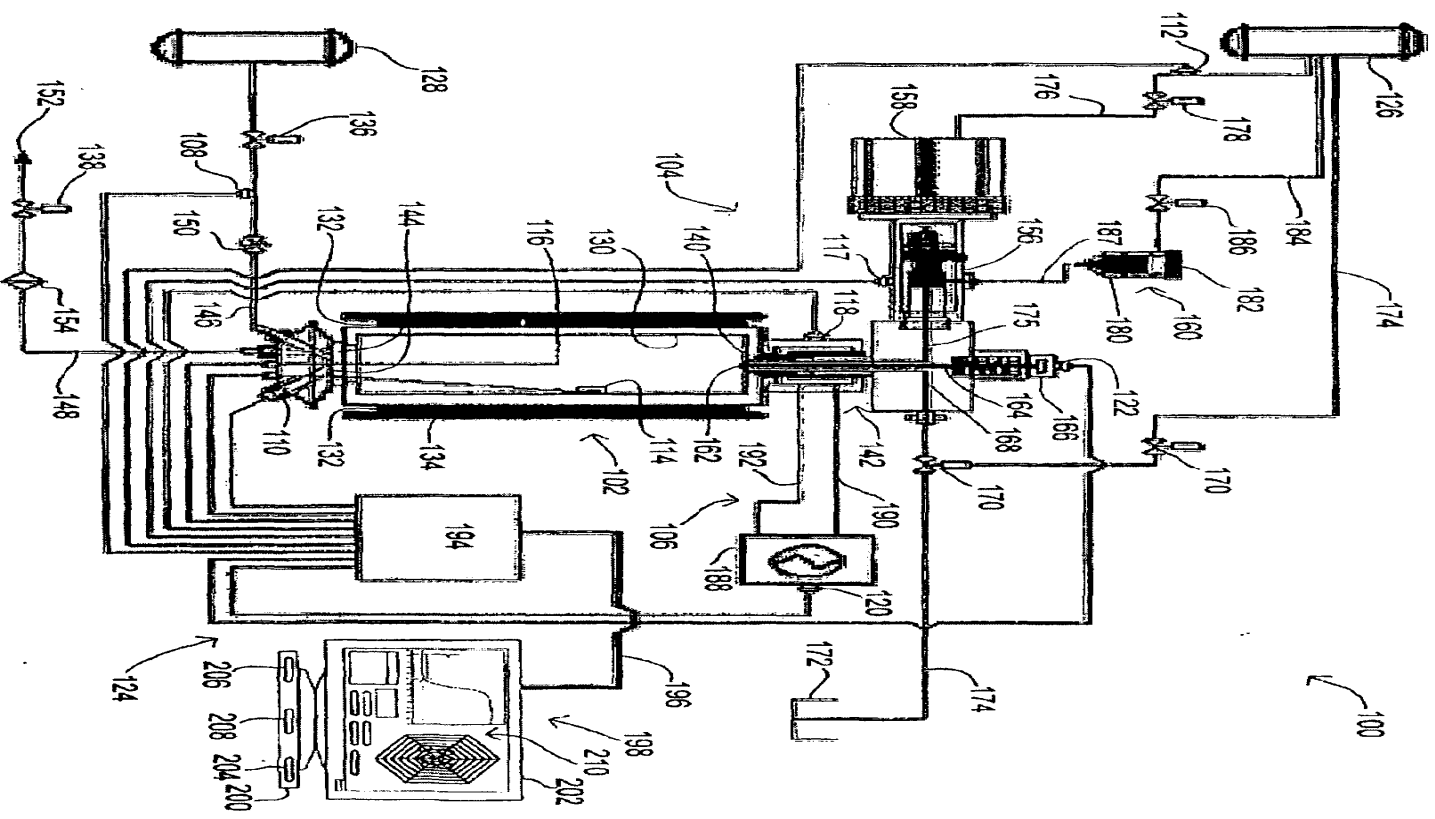


FIG. 1

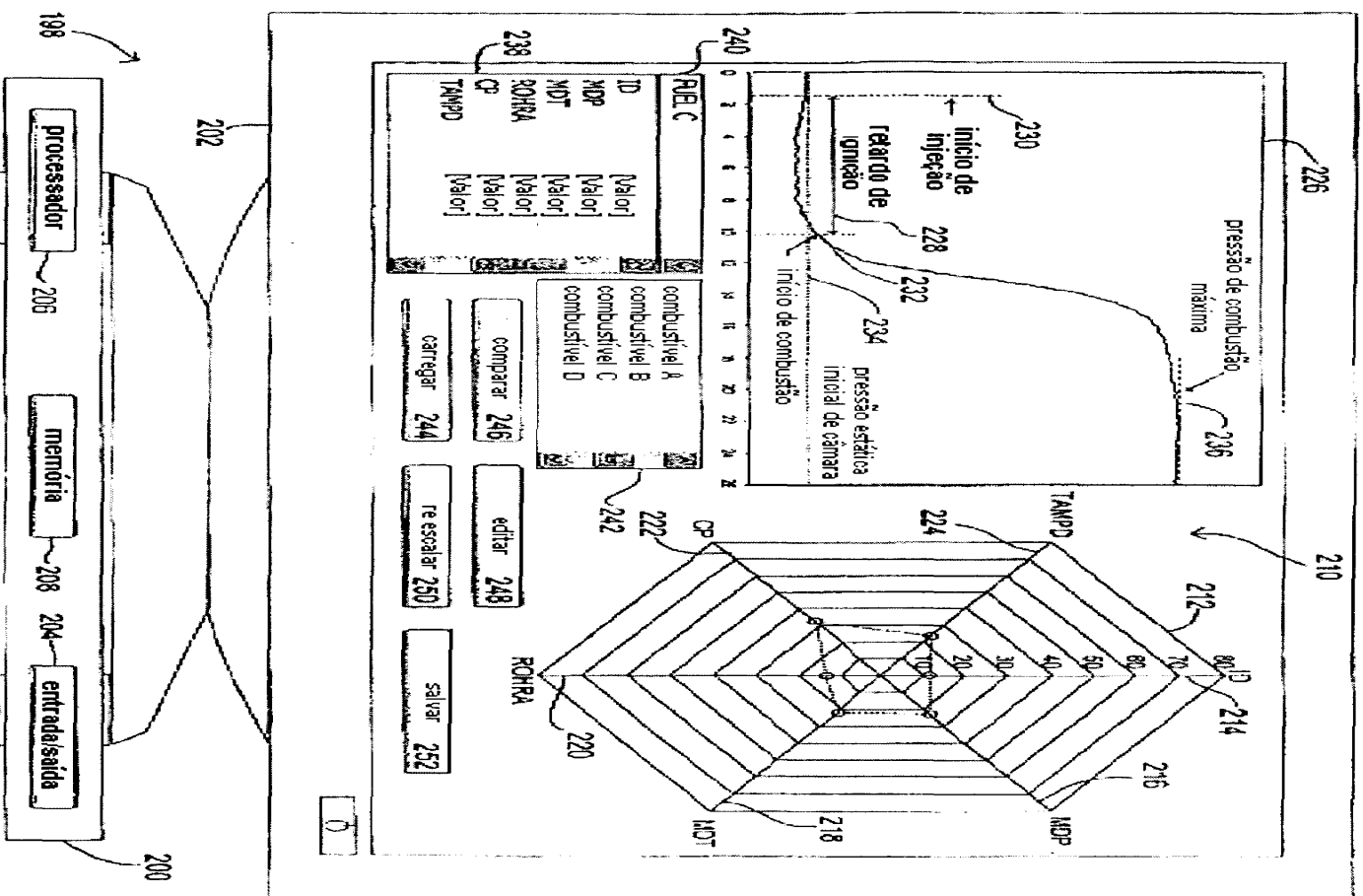


FIG. 2

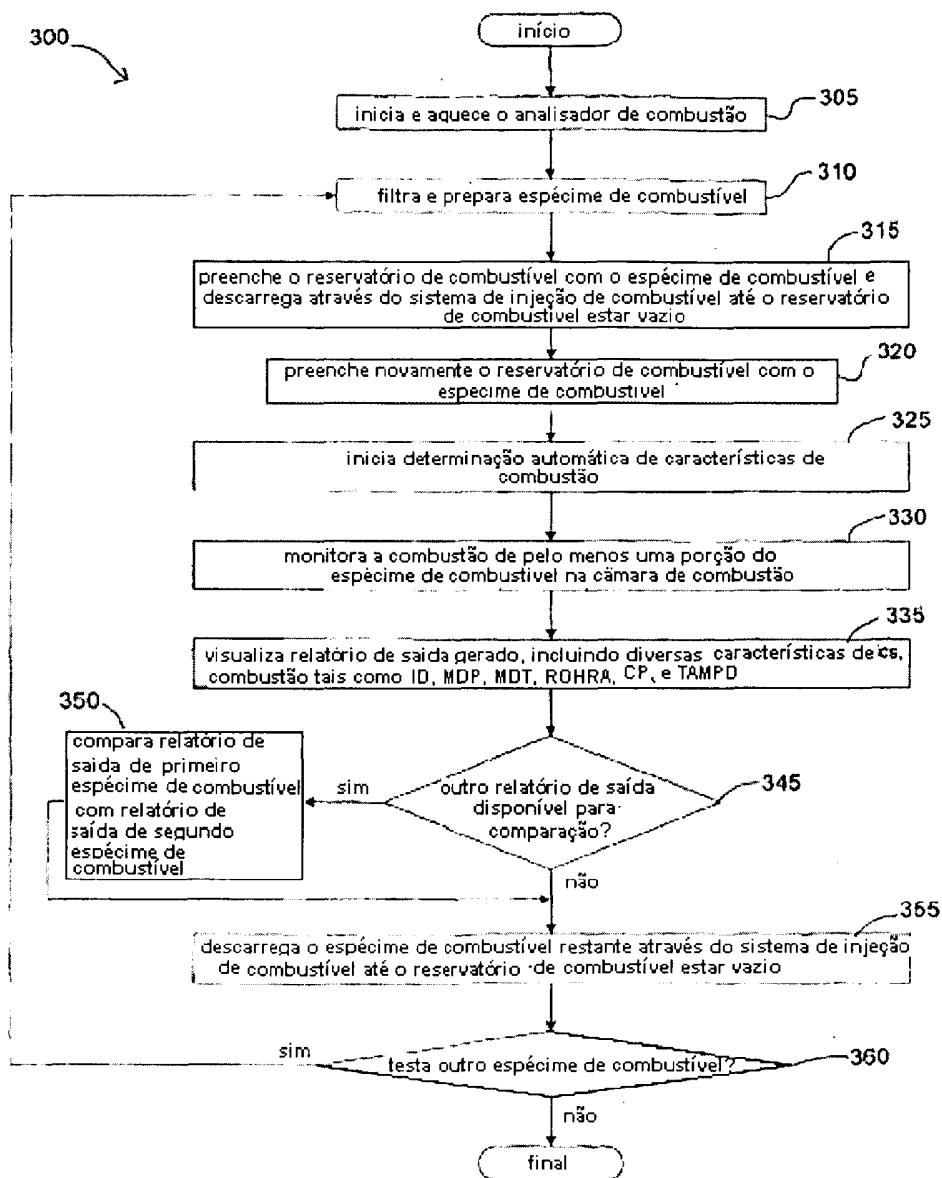


FIG. 3A

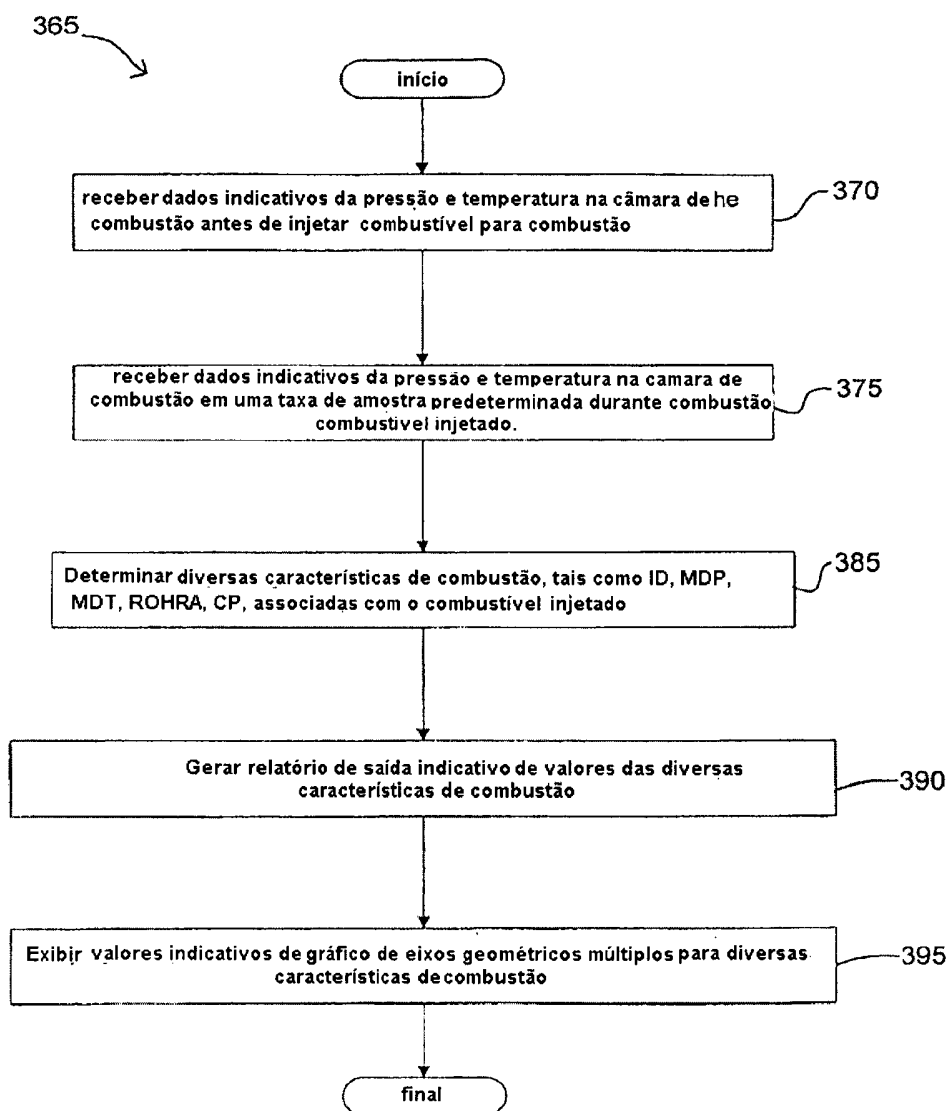


FIG. 3B

400

Abreviação	Unidade de medida	Valor do combustível A	Valor do combustível B	Valor do combustível C	Valor do combustível D	Escala 0-100
ID	milisegundos	4.35 ms	3.12 ms	11.5 ms	2.16 ms	0.5 ms = 0 20 ms = 100
		21.75 Valor Escalado	15.60 Valor Escalado	57.50 Valor Escalado	10.80 Valor Escalado	

405 435 445 450 455 460 440

FIG. 4

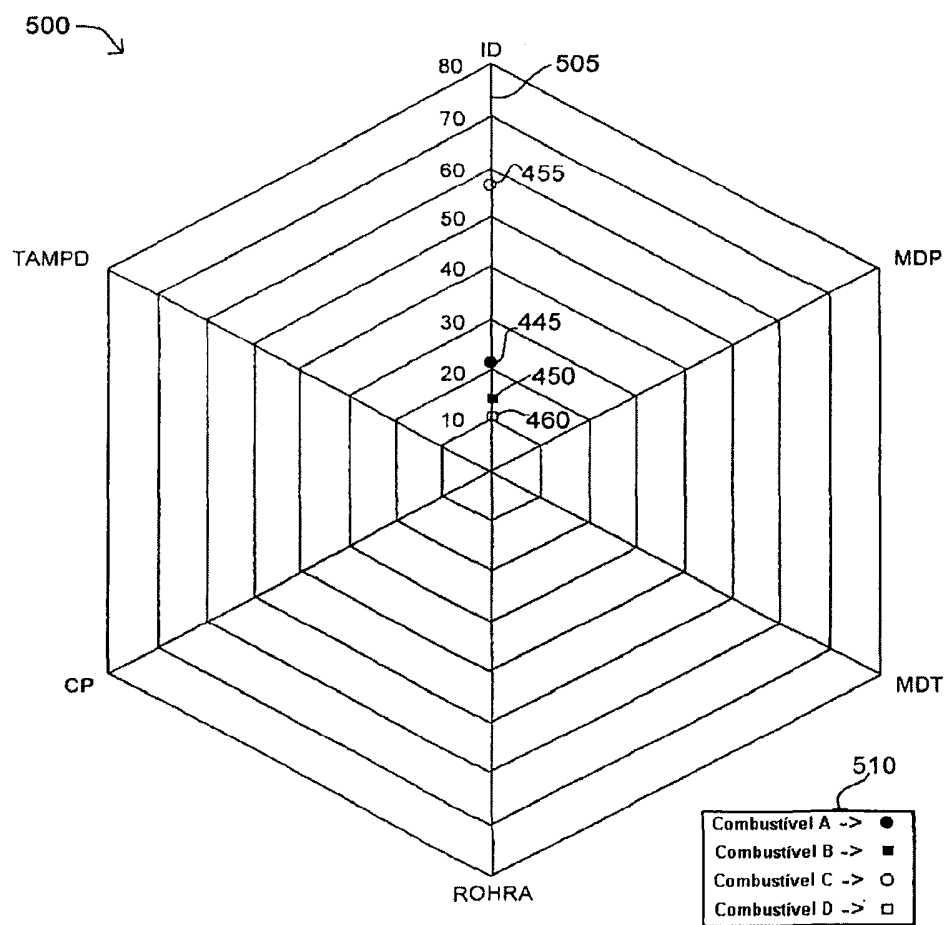


FIG. 5

600

Abreviação	Unidade de medida	Valor do combustível A	Valor do combustível B	Valor do combustível C	Valor do combustível D	Escala 0-100
MDP	MPa	0,975 MPa	1,145 MPa	2,2 MPa	3,0 MPa	0 MPa = 0 4,0 MPa = 100
		24.38 Valor Escalado	28.63 Valor Escalado	55.00 Valor Escalado	75.00 Valor Escalado	

605 635 645 650 655 660 640

FIG. 6

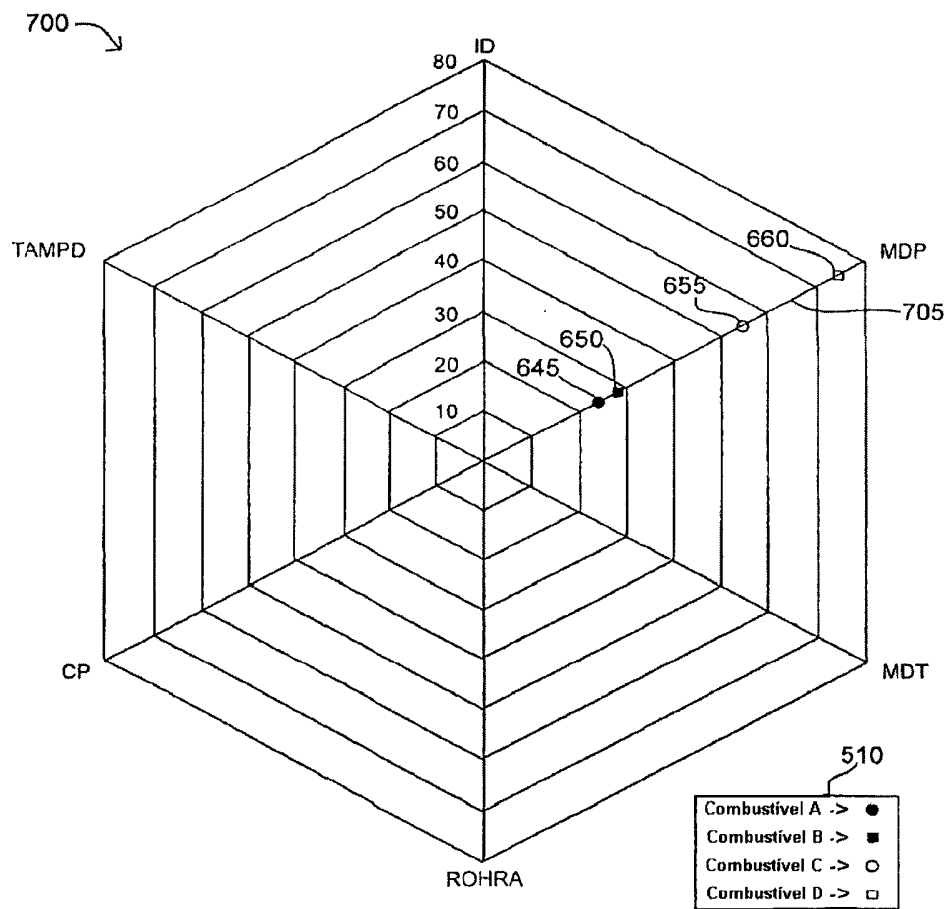


FIG. 7

800

Abreviação	Unidade de Medida	Valor do Combustível A	Valor do Combustível B	Valor do Combustível C	Valor do Combustível D	Escala 0-100
MDT	graus celsius	11°C	9 °C	21 °C	39 °C	0 °C = 0 50 °C = 100
		22.00 Valor Escalado	18.00 Valor Escalado	42.00 Valor Escalado	78.00 Valor Escalado	

805 835 845 850 855 860 840

FIG. 8

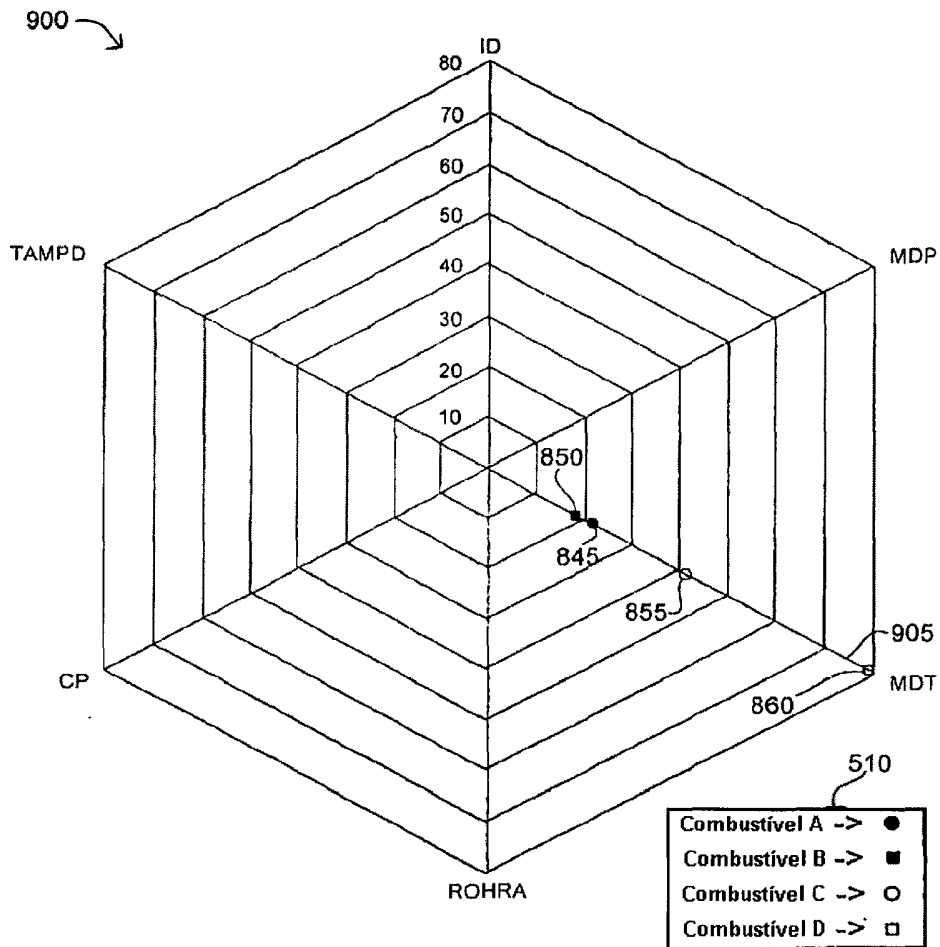


FIG. 9

1000

abreviação	unidade de Medida	Valor de Combustível A	Valor de Combustível B	Valor de Combustível C	Valor de Combustível D	Escala 0-100
ROHRA	MPa/ms ²	4,5 MPa/ms ²	3,8 MPa/ms ²	1,5 MPa/ms ²	7,5 MPa/ms ²	0,0 MPa/ms ² = 0 10,0 MPa/ms ² = 100
		45 Valor Escalado	38 Valor Escalado	16 Valor Escalado	75 Valor Escalado	

1005 1035 1045 1050 1055 1060 1040

FIG. 10

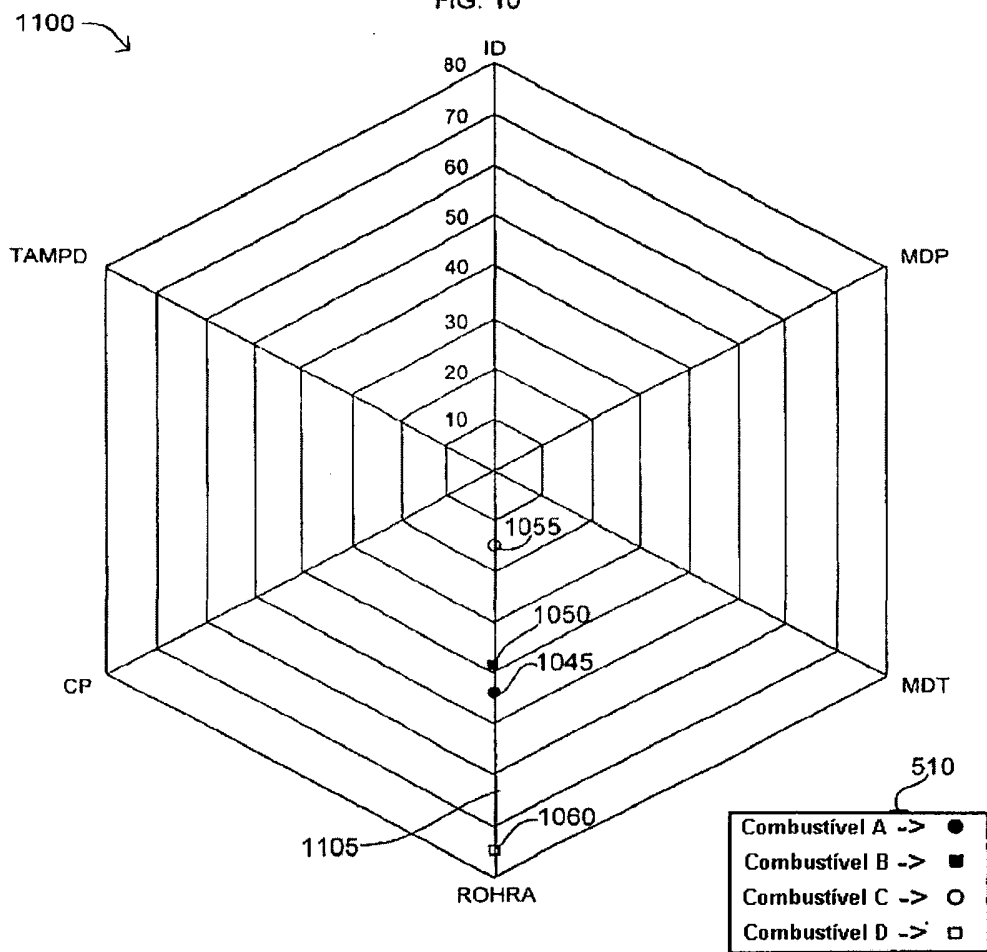


FIG. 11

1200

Abreviação	Unidade de Medida	Valor do Combustível A	Valor do Combustível B	Valor do Combustível C	Valor do Combustível D	Escala 0-100
CP	milisegundos	15 ms	9 ms	33 ms	4 ms	0 ms = 0 50 ms = 100
		30 Valor escalado	18 Valor escalado	66 Valor escalado	8 Valor escalado	

1205 1235 1245 1250 1255 1260 1240

FIG. 12

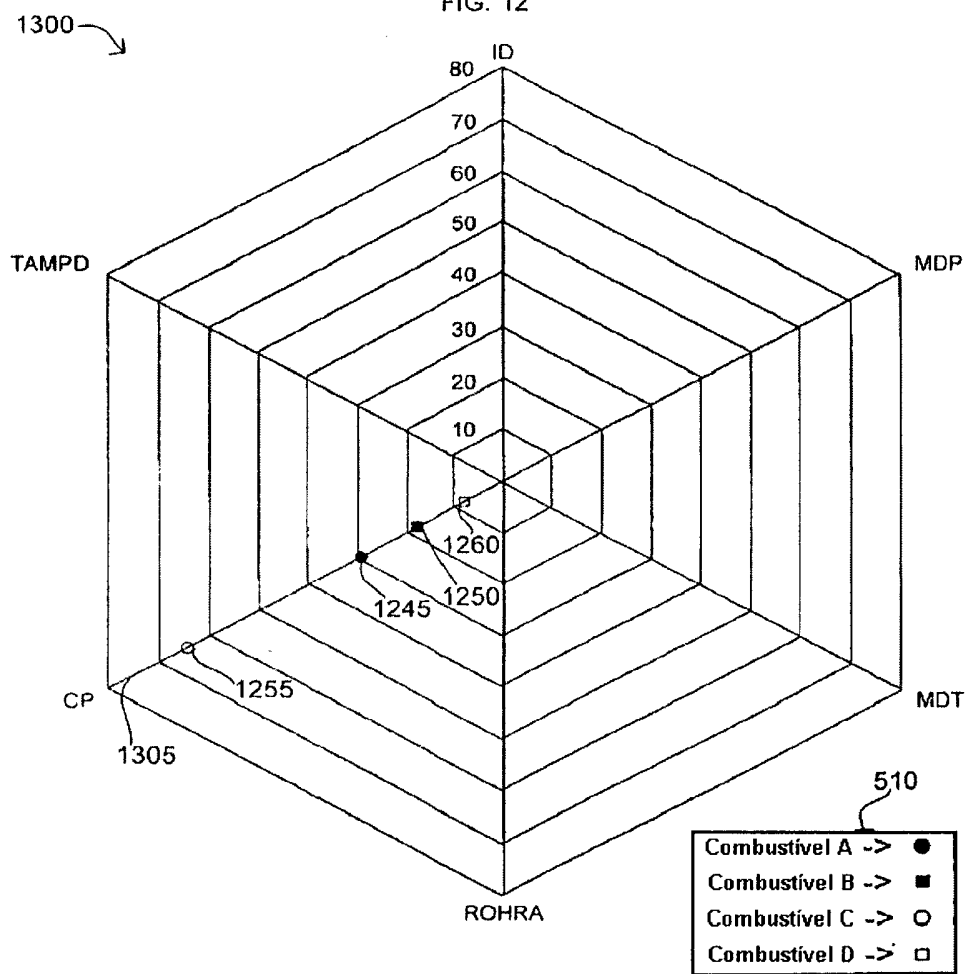


FIG. 13

1400

Abreviação	Unidade de Medida	Valor do Combustível A	Valor do Combustível B	Valor do Combustível C	Valor do Combustível D	Escala 0-100
TAMPD	Milisegundos	5 ms	8 ms	24 ms	2.16 ms	20 ms = 0 0.5 ms = 100
1405	1435	1445 10 Valor esclado	1450 16 Valor esclado	1455 48 Valor esclado	1460 4.32 Valor esclado	1440

410 415 420 425

FIG. 14

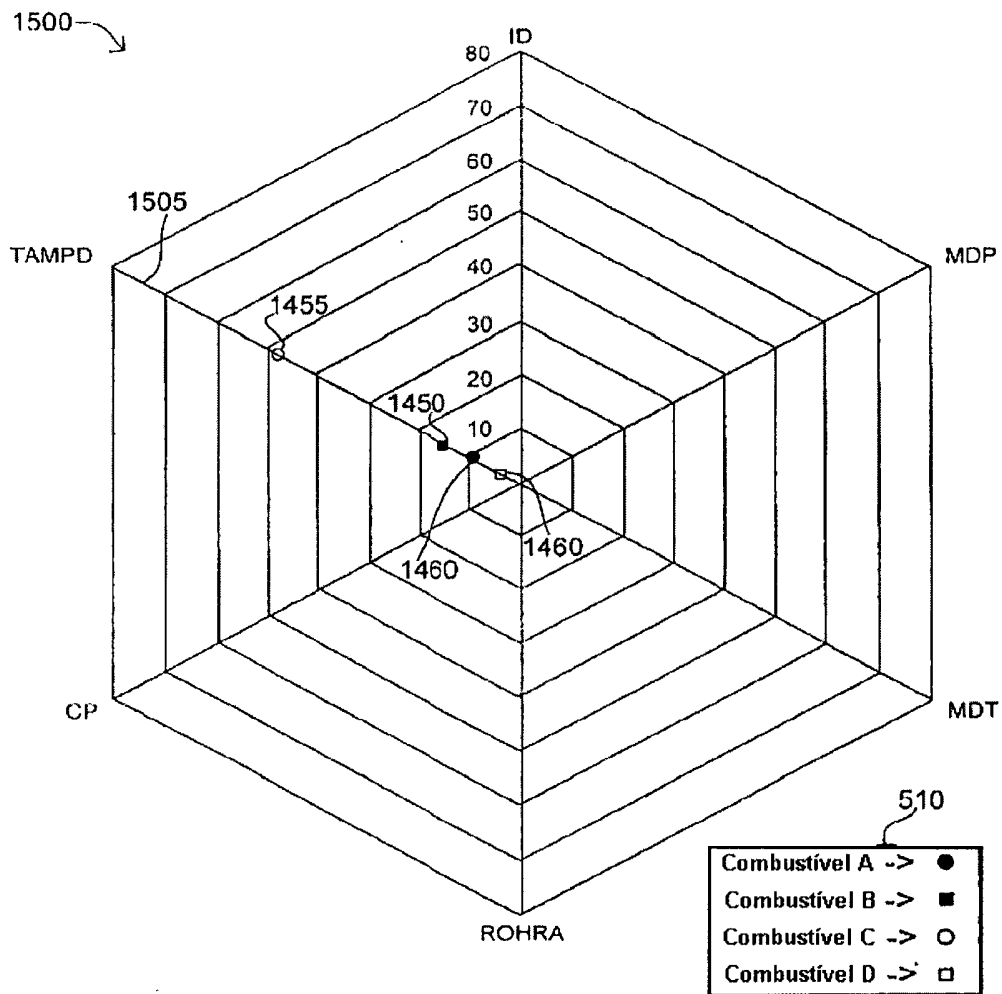


FIG. 15

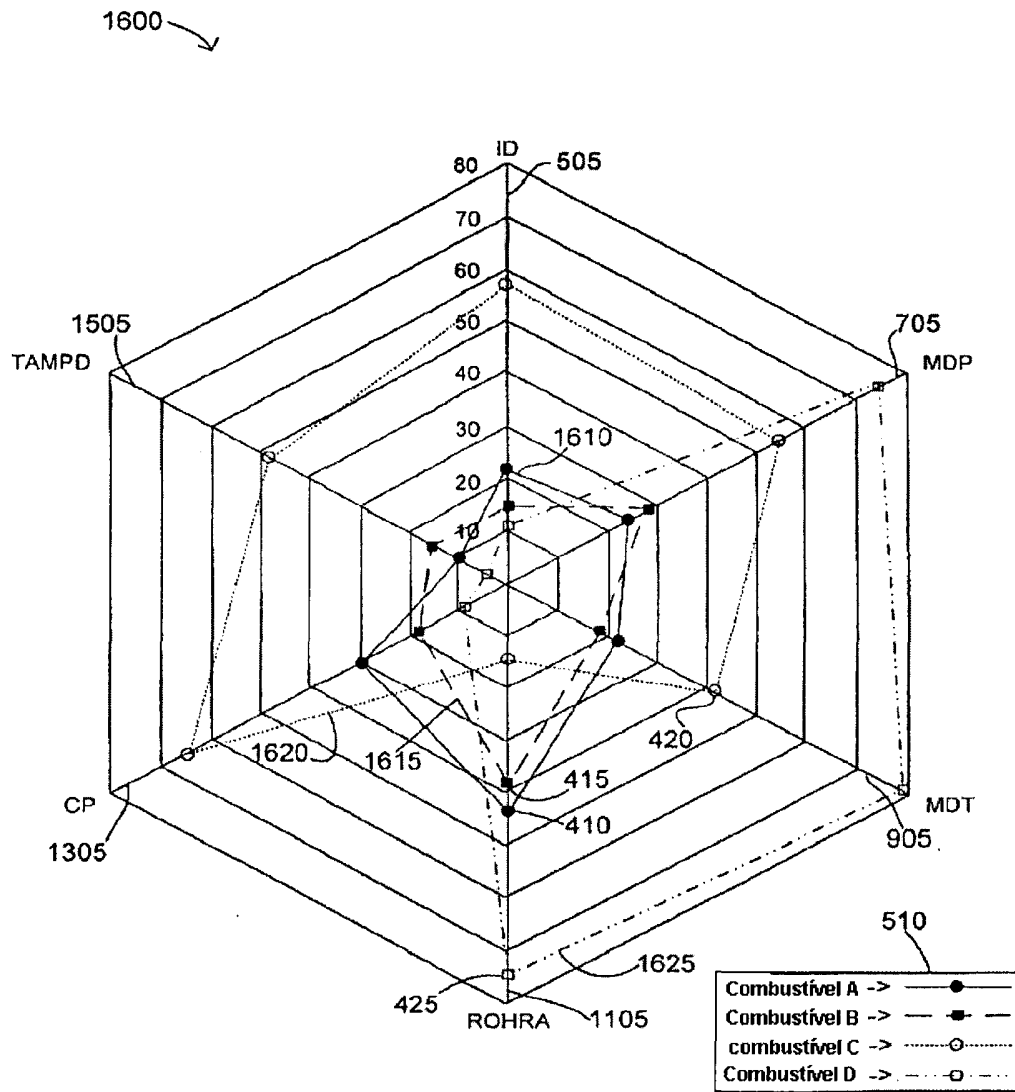


FIG. 16

ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS DE COMBUSTÃO DE COMBUSTÍVEL

Um método para determinar a operabilidade de um combustível em um motor, o referido método compreendendo: identificar valores para pelo menos três características de combustão de um combustível testado selecionadas a partir do grupo que consiste no retardo de ignição, máxima variação de pressão, máxima variação de temperatura, taxa de área de liberação de calor, período de combustão e instante no qual ocorreu a máxima pressão; utilizar os valores identificados para estimar a adequação do combustível testado para operação em uma configuração de motor.