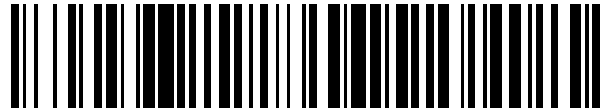


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 430**

51 Int. Cl.:

**G01N 33/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2007 PCT/US2007/006813**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.11.2007 WO07126618**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2007 E 07753440 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2018 EP 2002257**

54 Título: **Análisis de las características de combustión del combustible**

30 Prioridad:

**28.03.2006 US 390942**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**16.04.2019**

73 Titular/es:

**MAAC INVESTMENT HOLDINGS LTD. (100.0%)  
P.O.Box 957 Offshore Incorporations Centre  
Road Town  
Tortola, VG**

72 Inventor/es:

**BIZUB, JEFFREY JACOB**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 709 430 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Análisis de las características de combustión del combustible.

### 5 **Campo técnico**

El presente documento se refiere a la determinación y el análisis de las características de combustión de varios combustibles.

### 10 **Antecedentes**

15 Algunas características de combustión de un combustible se pueden medir para predecir el comportamiento del combustible en un motor en particular. Por ejemplo, los combustibles que se pueden utilizar en motores de carga homogénea y con encendido por compresión (HCCI), incluidos algunos motores diésel, se analizan con frecuencia para determinar características conocidas como el número de cetano y el número de octano. Estas características se han empleado previamente en un esfuerzo para facilitar que un diseñador de motores determine la mezcla de combustible adecuada para su uso en un motor HCCI en particular.

20 El número de octano puede ser una indicación de la resistencia de un combustible a la detonación. Por ejemplo, un combustible que presente un alto número de octano resistirá el autoencendido más que otro combustible que tenga un menor número de octano. El autoencendido incontrolado de un combustible en un motor no es deseable, debido a que da lugar a un fenómeno conocido como detonación. Un golpe fuerte suele ir acompañado de una rápida acumulación de presión y vibración que puede dañar el motor.

25 El número de cetano puede ser una indicación de la propensión de un combustible al autoencendido. Por tanto, el número de cetano puede afectar la capacidad de un motor para el arranque en frío, puede afectar las emisiones del motor y puede afectar la eficiencia de combustión del motor. Por ejemplo, en un motor diésel típico, el combustible se enciende mediante aire caliente (por ejemplo, calentado por compresión). En general, el combustible se inyecta en dicho aire caliente justo antes de que el pistón alcance la posición central superior y, en la mayoría de las concepciones, se debe iniciar la ignición justo cuando el pistón alcanza dicha posición. Si el combustible no se enciende cuando el pistón se encuentra en la posición central superior, la carga completa de combustible se podría mezclar completamente con el aire, lo que provocaría un aumento abrupto de la presión cuando el combustible finalmente se encienda. Por consiguiente, un motor diésel que funcione con un combustible que presente un número de cetano inferior al recomendado puede resultar difícil de arrancar, puede ser más ruidoso en general, puede funcionar de forma tosca y presentar mayores emisiones.

40 Debido a que el número de octano y el número de cetano de un combustible en particular pueden indicar características opuestas, suele ocurrir que un mayor número de cetano tenga como resultado un número de octano más bajo, y viceversa. Tradicionalmente, un diseñador de motores necesitaba probar varias mezclas de combustible para determinar los números de cetano individuales o los números de octano y, posteriormente, seleccionar un combustible que tuviera un equilibrio adecuado del número de cetano y el número de octano para funcionar en un motor en particular. En algunas circunstancias, estas características (número de cetano u octano) por sí mismas no son un indicador adecuado del comportamiento del combustible en motores en particular, incluidos algunos motores HCCI que utilizan mezclas de combustibles de octano y cetano.

45 Se conoce cómo medir las características de ignición de los combustibles destilados. El retraso de ignición de los combustibles destilados se mide calentando un bloque a una temperatura elevada e inyectando muestras en una cavidad en el bloque mientras se enfría. Se mide el tiempo entre cada inyección e ignición del combustible. Esta medición del retraso de ignición se utiliza para determinar el número de cetano del combustible destilado (documento EP 0 143 571 A2).

50 Además, se conoce un dispositivo de análisis de características de combustión que comprende una cámara de combustión de capacidad constante. Un medio de forzado presuriza la cámara de combustión a una presión predeterminada y un medio de calefacción calienta la cámara de combustión a una temperatura prescrita. Se inyecta una muestra de combustible en la cámara de combustión y se miden las características de la combustión (JP 2001/329905).

### **Sumario**

60 La invención propone un procedimiento con las características de la reivindicación 1. Los desarrollos de la invención se caracterizan en las reivindicaciones dependientes.

65 Algunas formas de realización de un sistema para determinar las características de combustión pueden ser capaces de determinar y mostrar automáticamente una pluralidad de características de combustión en un gráfico de ejes múltiples. En dichas formas de realización, un único ensayo de combustión en la cámara de combustión controlada del sistema puede proporcionar a un usuario un análisis automático y una visualización de tres,

cuatro, cinco, seis o más características de combustión. Por ejemplo, el sistema puede ser capaz de analizar automáticamente y mostrar una serie de características de combustión que incluyen el retraso de ignición, la presión de combustión máxima, la temperatura de combustión máxima, la tasa de liberación de calor, el período de combustión y el momento en que tuvo lugar la presión máxima. En estas circunstancias, un usuario puede ver un solo gráfico u otro informe mostrado para recabar fácilmente información útil con respecto a las características de combustión de un combustible en particular.

En algunas formas de realización, un procedimiento para determinar la funcionalidad de un combustible en un motor puede incluir la identificación de valores para por lo menos tres características de combustión de un combustible ensayado. Dichas por lo menos tres características de combustión se pueden seleccionar de entre el grupo que consiste en el retraso de ignición, la presión delta máxima, la temperatura delta máxima, la tasa de área de liberación de calor, el período de combustión y el momento en el que tuvo lugar la presión máxima. El procedimiento también puede incluir el uso de los valores identificados para evaluar la idoneidad del combustible ensayado para la maniobra en una configuración de motor.

En ciertas formas de realización, un procedimiento para evaluar las características de combustión de un combustible, puede incluir determinar valores para por lo menos tres características de combustión de un combustible. Dichas por lo menos tres características de combustión se pueden seleccionar de entre el grupo constituido por el retraso de ignición, la presión delta máxima, la temperatura delta máxima, la tasa de área de liberación de calor, el período de combustión y el momento en el que tuvo lugar la presión máxima. El procedimiento también puede incluir asociar los valores determinados con el combustible.

En algunas formas de realización, un procedimiento para evaluar una característica de combustión de un combustible puede incluir determinar un valor para por lo menos una característica de combustión de un combustible seleccionado de entre el grupo constituido por la tasa de área de liberación de calor y el período de combustión. El procedimiento también puede incluir asociar el valor determinado con el combustible.

En formas de realización particulares, un procedimiento implementado en ordenador para informar características de combustión de un combustible puede incluir la recepción de datos indicativos de presión y temperatura en una cámara de combustión a un ritmo de muestreo predeterminado durante la combustión de un combustible en la cámara de combustión. El procedimiento también puede incluir la determinación valores para una pluralidad de características de combustión asociadas con el combustible quemado en la cámara de combustión. La pluralidad de características de combustión puede ser por lo menos tres de las características seleccionadas de entre el grupo constituido por: retraso de ignición, presión delta máxima, temperatura delta máxima, tasa de área de liberación de calor, período de combustión y momento en que tuvo lugar la presión máxima. El procedimiento puede incluir además la generación de un informe de salida indicativo de valores determinados o a escala de las por lo menos tres características de combustión. El informe de salida puede incluir los valores determinados o a escala de las por lo menos tres características de combustión visualizadas en un gráfico de ejes múltiples, y el gráfico de ejes múltiples puede presentar un eje para cada una de las por lo menos tres características de combustión.

En algunas formas de realización, un procedimiento para identificar características de combustión de un combustible puede incluir iniciar un sistema informático para determinar valores para una pluralidad de características de combustión asociadas con un primer combustible quemado en la cámara de combustión. La pluralidad de características de combustión puede ser por lo menos tres de las características seleccionadas de entre el grupo constituido por: retraso de ignición, presión de combustión máxima, temperatura de combustión máxima, tasa de liberación de calor, período de combustión y momento en que tuvo lugar la presión máxima. El procedimiento también puede incluir realizar la inyección del primer combustible en una cámara de combustión de modo que el primer combustible combustione. La cámara de combustión puede incluir uno o más detectores que se encuentran acoplados eléctricamente al sistema informático. El procedimiento puede incluir además visualizar un informe de salida generado por el sistema informático indicativo de valores determinados o a escala de las por lo menos tres características de combustión. El informe de salida puede incluir un gráfico de ejes múltiples que presenta un eje para cada una de las por lo menos tres características de combustión.

Estas y otras formas de realización pueden proporcionar una o más de las siguientes ventajas. En primer lugar, se puede determinar una pluralidad de características de combustión a partir de un único ensayo de combustión. Por ejemplo, un solo ensayo de combustión puede aportar valores para cinco o seis características de combustión, que se pueden asociar con el combustible ensayado para proporcionar información útil para un diseñador de motores o un desarrollador de combustible. En segundo lugar, la pluralidad de características de combustión se puede mostrar en un gráfico de ejes múltiples, de modo que un usuario puede recabar fácilmente información útil en relación a un combustible en particular mediante la visualización de un gráfico individual. Por ejemplo, si el sistema analiza seis características de combustión (por ejemplo, retraso de ignición, presión de combustión máxima, temperatura de combustión máxima, tasa de liberación de calor, período de combustión y el momento en que tuvo lugar la presión máxima), se puede mostrar un gráfico de seis ejes de modo que cada eje represente una escala de valores para una característica de combustión asociada. Por lo tanto, un usuario, al visualizar el diagrama de seis ejes, puede recabar fácilmente información útil sobre el combustible ensayado de

la visualización del gráfico individual asociado con el combustible ensayado, ahorrando así el tiempo normalmente empleado en el ensayo y el análisis de características de combustible.

5 En tercer lugar, se puede utilizar el gráfico de ejes múltiples u otro informe mostrado para comunicar una pluralidad de características de combustión de un combustible ensayado como factor de forma del combustible para analizar y comparar fácilmente varias mezclas de combustibles. Por ejemplo, si el ensayo de un nuevo diseño de motor revela que una primera mezcla de combustible proporciona un comportamiento satisfactorio del motor a una temperatura fría, mientras que una segunda mezcla de combustible proporciona un comportamiento satisfactorio a una temperatura caliente, el diseñador de motores puede comparar de manera eficiente (por ejemplo, uno al lado del otro o superponiéndolos) los gráficos de ejes múltiples asociados con la primera y la segunda mezcla de combustibles para identificar o categorizar un rango de características de combustión deseables. En este ejemplo, el diseñador de motores puede cambiar el diseño del motor (por ejemplo, regulando la relación de compresión, la posición del pistón o similar) de modo que una de entre la primera y la segunda mezcla de combustible se comporte satisfactoriamente a temperaturas tanto frías como calientes. Además, o de forma alternativa, un usuario puede desarrollar una tercera mezcla de combustible que se comporte satisfactoriamente tanto a temperaturas frías como calientes, y dicho desarrollo se puede basar (por lo menos en parte) en el conocimiento adquirido de la comparación cuantitativa o cualitativa de los gráficos de ejes múltiples asociados a la primera y segunda mezclas de combustibles. En algunas formas de realización, el factor de forma del combustible se puede definir por lo menos parcialmente por el aspecto del gráfico de ejes múltiples. En otras formas de realización, el factor de forma del combustible puede estar definido por lo menos en parte por un valor de área del aspecto del gráfico de ejes múltiples, de manera que se pueden distinguir diferentes combustibles por los diferentes valores de área en ordenadas particulares.

25 En cuarto lugar, los datos del gráfico de ejes múltiples se pueden incorporar en un sistema de simulación de motor (por ejemplo, implementado en un sistema informático o similar) para proporcionar retroalimentación para ciertos criterios de las características de combustión del combustible. En este sentido, los datos del gráfico de ejes múltiples pueden facilitar el diseño de un motor de combustión o el diseño de un combustible personalizado en un motor conocido al permitir que un diseñador simule fácilmente uno o más combustibles en el sistema de simulación del motor.

30 Los detalles de una o más formas de realización de la invención se exponen en los dibujos adjuntos y en la descripción que sigue a continuación. Otras prestaciones, objetivos y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la descripción y de los dibujos, y de las reivindicaciones.

### 35 Descripción de dibujos

la figura 1 es un esquema de un sistema de medición analítica de acuerdo con algunas formas de realización de la invención.

40 la figura 2 es una vista frontal de una visualización de ordenador del sistema de la figura 1.

la figura 3A es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento para determinar las características de combustión de un combustible de acuerdo con algunas formas de realización.

45 la figura 3B es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento para informar acerca de las características de combustión de un combustible de acuerdo con algunas formas de realización.

50 la figura 4 es un ejemplo de una tabla de informe para una característica de retraso de ignición medida de acuerdo con algunas formas de realización.

la figura 5 es un ejemplo de un gráfico de ejes múltiples que muestra valores para la característica de retraso de ignición de la figura 4.

55 la figura 6 es un ejemplo de una tabla de informe para una característica de presión delta máxima medida de acuerdo con algunas formas de realización.

la figura 7 es un ejemplo de un gráfico de ejes múltiples que muestra valores para la característica de presión delta máxima de la figura 6.

60 la figura 8 es un ejemplo de una tabla de informe para una característica de temperatura delta máxima medida de acuerdo con algunas formas de realización.

65 la figura 9 es un ejemplo de un gráfico de ejes múltiples que muestra valores para la característica de temperatura delta máxima de la figura 8.

la figura 10 es un ejemplo de una tabla de informe para una tasa de característica de área de liberación de

calor medida de acuerdo con algunas formas de realización.

la figura 11 es un ejemplo de un gráfico de ejes múltiples que muestra valores para la tasa de característica de área de liberación de calor de la figura 10.

la figura 12 es un ejemplo de una tabla de informe para una característica de período de combustión medida de acuerdo con algunas formas de realización.

la figura 13 es un ejemplo de un gráfico de ejes múltiples que muestra valores para la característica de período de combustión de la figura 12.

la figura 14 es un ejemplo de una tabla de informe para la característica de momento en el que tiene lugar la presión máxima medida de acuerdo con algunas formas de realización.

la figura 15 es un ejemplo de un gráfico de ejes múltiples que muestra valores para la característica de momento en el que tiene lugar la máxima presión de la figura 14.

la figura 16 es un ejemplo de un gráfico de ejes múltiples que se puede usar como factor de forma del combustible de acuerdo con algunas formas de realización.

Los símbolos de referencia similares en los diversos dibujos indican elementos similares.

#### Descripción detallada de formas de realización ilustrativas

Haciendo referencia a la figura 1, un sistema de medición analítica 100 puede incluir una cámara de combustión 102 y un sistema de inyección de combustible 104. En esta forma de realización, la cámara de combustión 102 puede comprender una cámara de combustión de volumen constante que recibe una muestra de combustible del sistema de inyección 104. Otras formas de realización pueden incluir una cámara de combustión de volumen variable. El sistema también puede incluir una pluralidad de detectores de instrumentos 108, 110, 112, 114, 116, 117, 118, 120 y 122 que están configurados para comunicarse con un sistema de control 124. Además, el sistema puede incluir un sistema de refrigerante 106 y uno o más suministros a presión de gas comprimido 126 y 128.

El sistema de medición analítica 100 se puede usar para determinar una pluralidad de características de combustión de un combustible ensayado, como el retraso de ignición (ID), la presión delta máxima (MDP), la temperatura delta máxima (MDT), la tasa de área de liberación de calor (ROHRA), el período de combustión (CP), el momento en el que tiene lugar la presión máxima (TAMPD), o similares. En esta forma de realización, las características de combustión se pueden determinar por el sistema de medición analítica 100 utilizando datos de uno o más detectores 108, 110, 112, 114, 116, 117, 118, 120 y 122 que miden presiones, temperaturas u otros parámetros cuando se quema una muestra de combustible en la cámara de combustión 102. En algunas formas de realización, la cámara de combustión 102 se puede utilizar para simular las condiciones de un proceso de combustión de un motor HCCI, como un motor diésel real o prototipo. El sistema de control 124 puede recibir los datos de los detectores 108, 110, 112, 114, 116, 117, 118, 120 y 122 para la determinación de las características de combustión (por ejemplo, medición directa mediante el detector, algoritmo computacional, cálculo estadístico, conversión matemática o derivación, otras técnicas de determinación, o una combinación de las mismas).

La cámara de combustión 102 puede incluir un bloque cilíndrico 130 que presente un volumen sustancialmente constante. En esta forma de realización, por ejemplo, el volumen sustancialmente constante del bloque cilíndrico puede ser de  $0,60 \pm 0,03$  L. Además, la cámara de combustión 102 puede incluir una pluralidad de elementos de calefacción externos 132, un protector térmico 134, una válvula de admisión 136 y una válvula de escape 138. Una abertura 140 en un primer extremo de la cámara de combustión 102 puede acomodar la inserción de un conjunto de boquilla de inyector de combustible 142, y una pluralidad de aberturas 144 en un segundo extremo de la cámara de combustión 102 puede acomodar la inserción del conducto de admisión de aire 146, el conducto de escape de aire 148 y una pluralidad de detectores 110, 114 y 116.

En esta forma de realización, un extremo del conducto de admisión de aire 146 puede estar en comunicación de fluido con una de las aberturas 144 en la parte inferior de la cámara de combustión 102, y el extremo opuesto del conducto de admisión de aire 146 puede estar en comunicación de fluido con el suministro de aire de carga 128. El conducto de admisión de aire 146 puede proporcionar el suministro de aire de carga a la cámara de combustión 102 antes del evento de combustión (descrito más en detalle a continuación). La entrada de aire de admisión a la cámara de combustión 102 puede estar controlada por la válvula de admisión 136, que en algunas formas de realización, se puede accionar electrónicamente, puede medir el aire de admisión, o ambas cosas. Además, el conducto de admisión de aire 146 puede incluir una válvula de seguridad 150 que actúa como apoyo en caso de fallo de la válvula de admisión 136. El suministro de gas comprimido desde el suministro de aire de carga 128 puede estar regulado por un regulador. En un caso, el regulador es un regulador de dos etapas capaz de controlar la presión del aire de admisión a una presión mínima de, por ejemplo, 2,40 MPa aproximadamente.

Sin embargo, otros reguladores de una o varias etapas, así como presiones mínimas menores o mayores, se encuentran dentro del alcance de la invención.

5 Todavía haciendo referencia a la figura 1, un extremo del conducto de aire de escape 148 puede estar en comunicación de fluido con una de las aberturas 144 en la parte inferior de la cámara de combustión 102, y el extremo opuesto del conducto de aire de escape 148 puede estar en comunicación de fluido con un sistema de ventilación de escape 152. Dicho conducto de aire de escape 148 puede descargar los subproductos del proceso de combustión de la cámara de combustión 102. La descarga de los subproductos del proceso de combustión de la cámara de combustión 102 se puede controlar por la válvula de escape 138 que, en algunas formas de realización, se puede accionar electrónicamente. El conducto de aire de escape 148 puede contener un filtro en línea 154 que filtra parcialmente los subproductos del proceso de combustión.

15 El sistema de inyección de combustible 104 puede incluir una bomba de inyección de combustible 156, un accionador de bomba de inyección 158, el conjunto de boquilla de inyector de combustible 142 descrito anteriormente y un depósito de muestra de combustible 160. En tales circunstancias, el sistema de inyección de combustible 104 se puede controlar para proporcionar una muestra de combustible del depósito 160 a la cámara de combustión (por ejemplo, mediante el conjunto de boquilla 142).

20 El conjunto de boquilla de inyector de combustible 142 puede incluir una boquilla de inyector de combustible 162, como una boquilla normal de un orificio o una boquilla normal de múltiples orificios. La boquilla de inyector de combustible 162 puede incorporar una extensión de aguja cargada por resorte 164 que incluye un tornillo y una tuerca de bloqueo 166 para regular el ajuste de presión de apertura de la boquilla de inyector de combustible 162. Además, el conjunto de boquilla de inyector de combustible 142 puede incluir un recorrido de purga de combustible 168 que permita la comunicación de fluido con una o más válvulas de purga externa 170 (para purgar combustible del conjunto de boquilla de inyector de combustible 142). Las válvulas de purga externa 170 pueden estar en comunicación de fluido con un drenaje de sobrante de muestra 172 mediante un conducto de drenaje 174. El conjunto de boquilla de inyector de combustible 142 puede incluir un detector de movimiento de boquilla de inyector 122 montado cerca de la parte superior de la extensión de aguja cargada por resorte 164. El detector de movimiento de boquilla de inyector 122 se puede utilizar para determinar cuándo se levanta la extensión de aguja cargada por resorte 164, lo que permite al sistema de control 124 determinar el inicio, el final y la duración del período de inyección de combustible.

35 El conjunto de boquilla de inyector de combustible 142 puede estar acoplado a la bomba de inyección de combustible 156. La bomba de inyección de combustible 156 puede suministrar combustible al conjunto de boquilla de inyector de combustible 142 mediante un recorrido interno de suministro de combustible 175. En algunas formas de realización, el sistema de inyección de combustible 104 del sistema de medición analítico 100 se puede accionar neumáticamente. Para esta finalidad, la bomba de inyección de combustible 156 se puede acoplar al accionador de bomba de inyector 158, que puede estar en comunicación de fluido con el suministro de aire neumático 126, mediante un conducto de suministro de aire neumático 176. El suministro de aire comprimido del suministro de aire neumático 126 al accionador de bomba de inyector 158 puede estar regulado mediante un medidor regulador con conmutador 112. En esta forma de realización, el medidor regulador con conmutador 112 puede ser un regulador de dos etapas capaz de controlar la presión aguas abajo a una presión mínima de, por ejemplo, aproximadamente 0,75 MPa. El uso de reguladores de una o varias etapas, así como presiones mínimas menores o mayores, se encuentran dentro del alcance de la invención. Por tanto, el suministro de aire comprimido desde el suministro de aire neumático 126 al accionador de bomba de inyector 158 (controlado mediante una válvula de accionador 178) provoca la acción mecánica del accionador de bomba de inyector 158 en la bomba de inyección de combustible 156. En otras formas de realización, el sistema de inyección de combustible se puede accionar utilizando sistemas total o parcialmente hidráulicos o eléctricos.

50 Todavía haciendo referencia a la figura 1, el depósito de muestra de combustible 160 puede presentar un volumen sustancialmente fijo, por ejemplo, aproximadamente 100 mL. El depósito 160 puede comprender un cuerpo de depósito 180 y una parte superior de depósito 182 que se puede sujetar de manera desmontable mediante una conexión roscada, a presión o con pernos. Dicho depósito 160 puede estar en comunicación de fluido con el suministro de aire neumático 126 mediante un conducto de suministro de aire neumático 184. El suministro de aire comprimido del suministro de aire neumático 126 al depósito 160 se puede regular mediante una válvula de depósito 186. El depósito 160 puede estar en comunicación de fluido con la bomba de inyección de combustible 156 mediante un conducto de suministro de combustible 187.

60 El sistema de refrigerante 106 puede comprender un sistema de circulación de refrigerante de circuito cerrado para controlar la temperatura de la boquilla de inyector de combustible 162. El sistema de refrigerante 106 puede incluir un intercambiador de calor auxiliar 188 con una bomba de circulación incorporada y válvulas de control de flujo para controlar el flujo de refrigerante. El refrigerante puede fluir entre el intercambiador de calor auxiliar 188 y la boquilla de inyector de combustible 162 mediante un conducto de suministro de refrigerante 190 y un conducto de retorno de refrigerante 192. El líquido refrigerante puede comprender agua, un anticongelante con base de etilenglicol, una mezcla de agua y anticongelante con base de etilenglicol (por ejemplo en proporción 50:50 en volumen) o similar.

Tal como se muestra en la figura 1, el sistema de medición analítica 100 puede incluir una pluralidad de detectores 108, 110, 112, 114, 116, 117, 118, 120 y 122. En esta forma de realización, por lo menos algunos de los detectores 108, 110, 112, 114, 116, 117, 118, 120 y 122 se pueden utilizar para medir un parámetro como presión, temperatura u otra condición en el sistema de medición analítica 100. Por ejemplo, los detectores pueden incluir un detector de presión estática 108, un detector de presión dinámica 110, un medidor de presión de inyección 112, un detector de temperatura de pared interior 114, un detector de temperatura de aire de carga 116, un detector de temperatura de inyección de combustible 117, un detector de temperatura de boquilla de inyección 118, un detector de sistema de refrigerante 120 y un detector de movimiento de boquilla de inyector 122.

El detector de presión estática 108 puede ser un transductor de presión que se instala para detectar la presión estática en el interior de la cámara de combustión 102 antes y después de cada ciclo de combustión. El detector de presión dinámica 110 también puede ser un transductor de presión. Dicho detector de presión dinámica 110 se puede configurar para detectar la presión en la cámara de combustión a un ritmo de muestreo predeterminado durante cada ciclo de combustión. Por ejemplo, el ritmo de muestreo del detector de presión dinámica 110 puede ser de 0,2 ms o menos, puede ser de 0,1 ms o menos, y puede ser de aproximadamente 0,05 ms, y los eventos de muestreo pueden tener una duración de aproximadamente 100 ms. En algunas formas de realización, el detector de presión dinámica 110 puede incluir un detector de temperatura integrado para detectar simultáneamente la temperatura en la cámara de combustión 102.

El medidor de presión de inyección 112 puede ser un regulador de presión calibrado instalado entre el suministro de aire neumático 126 y el accionador de bomba de inyección de combustible 158. En esta forma de realización, el medidor regulador de presión de inyección 112 está configurado para supervisar y regular la presión de aire en el conducto de suministro de aire neumático 176.

El detector de temperatura de pared interior 114 puede ser un termopar, como un termopar tipo K con funda de acero inoxidable, que puede fijarse a la superficie interior del bloque cilíndrico 130. El detector de temperatura de pared interior 114 se puede configurar para supervisar la temperatura de la superficie interior del bloque cilíndrico 130.

El detector de temperatura de aire de carga 116 también puede ser un termopar, como un termopar tipo K con funda de acero inoxidable, que se puede insertar en el espacio interior de la cámara de combustión 102. Dicho detector de temperatura de aire de carga 116 se puede configurar para supervisar la temperatura en la cámara de combustión 102 antes, durante y después del proceso de combustión.

En esta forma de realización, el detector de temperatura de inyección de combustible 117 puede ser un termómetro de resistencia de platino con una funda de acero inoxidable, que se puede insertar en la bomba de inyección de combustible 156. En estas circunstancias, el detector de temperatura de inyector de combustible 117 puede ser capaz de detectar la temperatura de la bomba de inyección de combustible 156. También en esta forma de realización, el detector de temperatura de boquilla del inyector 118 puede ser un termómetro de resistencia de platino con una funda de acero inoxidable, que se puede insertar en el conjunto de boquilla de inyector de combustible 142 para detectar la temperatura de la boquilla de inyector de combustible 162. El detector de temperatura de refrigerante 120 puede ser un detector externo que se puede utilizar para detectar la temperatura del refrigerante en el intercambiador de calor auxiliar 188. El detector de movimiento de boquilla de inyector 122 puede estar configurado para proporcionar un intersticio adecuado entre la superficie de detección y el extremo de extensión de aguja cargada por resorte 164. Una configuración de este tipo permite al detector 122 detectar el inicio de la inyección de combustible y el final de la inyección de combustible y estos datos los puede utilizar el sistema de control 124 para calcular la duración del período de inyección de combustible.

Los detectores 108, 110, 112, 114, 116, 117, 118, 120 y 122 se pueden interconectar con el sistema de control 124 mediante una tarjeta de control 194 o similar. En esta forma de realización, la tarjeta de control 194 puede comprender un circuito de control y se puede conectar mediante un cable 196, como un cable USB, a un sistema informático 198. De forma alternativa, la tarjeta de control 194 se puede instalar directamente en el sistema informático 198. En algunas formas de realización, el ordenador 198 puede comprender un sistema informático personal que presenta una caja de ordenador 200 y un dispositivo de visualización 202. La caja de ordenador 200 puede comprender una interconexión de entrada/salida 204, un procesador 206 y una memoria de ordenador 208 (por ejemplo, un medio legible por ordenador como dispositivos de memoria de semiconductores, dispositivos de memoria tipo flash, discos magnéticos, incluidos discos duros internos o discos extraíbles, o discos magnetoópticos) de modo que proporcione un control automatizado de determinados componentes de análisis de combustión. Por ejemplo, dicho procesador 206 se podría configurar para ejecutar un código de programa informático almacenado en la memoria 208 de modo que, cuando se ejecute, el código de programa informático pueda recibir datos de los detectores, procesar dichos datos y generar un informe de salida 210 que muestre una pluralidad de características de combustión en el dispositivo de visualización 202. El informe de salida 210 se puede guardar en la memoria de ordenador 208, así como mostrarse en el dispositivo de visualización 202.

Haciendo referencia a la figura 2, el sistema informático 198 puede proporcionar a un usuario un informe de salida 210 que muestra simultáneamente valores de una pluralidad de características de combustión. En esta forma de realización, dicho informe de salida 210 comprende un gráfico de ejes múltiples 212 que muestra valores para seis características de combustión: ID, MDP, MDP, ROHRA, CP y TAMPD. Por ejemplo, el valor para la característica de combustión ID (retraso de ignición) se puede representar en el eje ID 214. Del mismo modo, el valor para la característica de combustión MDP (presión delta máxima) se puede representar en el eje MDP 216, el valor para la característica de combustión de MDT (temperatura delta máxima) se puede representar en el eje MDT 218, el valor para la característica de combustión de ROHRA (tasa de área de liberación de calor) se puede representar en el eje de ROHRA 220, el valor para la característica de combustión CP (período de combustión) se puede representar en el eje CP 222, y el valor para la característica de combustión TAMPD (momento en que tiene lugar la presión máxima) se puede representar en el eje TAMPD 224. El gráfico de ejes múltiples 212 puede incluir una línea (por ejemplo, una línea de puntos en esta forma de realización que se muestra en la figura 2) que conecte los puntos de valor de cada eje, proporcionando así un aspecto que puede ser diferente para cada combustible ensayado dependiendo de las características de combustión de los combustibles. El gráfico de ejes múltiples 212 resultante puede servir como un factor de forma de combustible que se puede utilizar para describir cuantitativa o cualitativamente las características de combustión de uno o más combustibles.

Se deberá entender que el gráfico de ejes múltiples 212 puede mostrar valores para una cantidad de características de combustión distinta de seis características. Por ejemplo, en algunas formas de realización, el gráfico de ejes múltiples 212 puede mostrar un conjunto de tres características de combustión (por ejemplo, conjuntos de tres, como por ejemplo ID, ROHRA y TAMPD; ID, MDP y CP; o similares). En otro ejemplo, el gráfico de ejes múltiples 212 puede mostrar dos, tres, cuatro, cinco o más características de combustión. En tales circunstancias, el gráfico de ejes múltiples puede comprender un eje para cada una de las características de combustión seleccionadas. El sistema 100 y el sistema de control 124 (figura 1) se pueden configurar para determinar por lo menos las características de combustión seleccionadas. Además, se deberá entender que el gráfico de ejes múltiples 212 u otra parte del informe de salida 210 puede mostrar adicional o alternativamente valores para las características de combustión diferentes a las características de ID, MDP, MDP, ROHRA, CP y TAMPD descritas anteriormente. Por ejemplo, en algunas formas de realización, el gráfico de ejes múltiples 212 puede mostrar valores para las características de combustión como por ejemplo el número de cetano, el número de octano, el contenido aromático, o similares, además de uno o más valores de características de ID, MDP, MDP, ROHRA, CP, y TAMPD. Si se desea, el sistema 100 y el sistema de control 124 (figura 1) se pueden configurar para determinar estas características de combustión alternativas.

En algunas formas de realización, el informe de salida 210 que se muestra en el dispositivo de visualización 202 puede mostrar un gráfico lineal de presión 226 que es indicativo de los datos del detector de presión dinámica 110 en la cámara de combustión 102 antes y durante un evento de combustión. El gráfico lineal de presión 226 se puede utilizar para ver gráficamente el retraso de ignición 228 del evento de combustión. En esta forma de realización, el retraso de ignición 228 se puede definir como el tiempo aproximado desde el inicio de la inyección 230 hasta el inicio de la combustión 232 (el inicio de la combustión 232 se puede determinar a partir de un cambio detectado en la presión respecto a la presión estática inicial de la cámara de combustión 234 en la cámara de combustión 102 que surge por el inicio de un evento de combustión). Además, el gráfico lineal de presión 226 se puede utilizar para ver gráficamente la presión de combustión máxima 236 que surge por el ciclo de combustión. Se deberá entender que, además de o como alternativa a mostrar el gráfico lineal de presión 226, el informe de salida 210 puede mostrar un gráfico lineal de temperatura (por ejemplo, indicativo de los datos del detector de temperatura de aire de carga 116 antes y durante el evento de combustión), un gráfico lineal de presión derivada (por ejemplo, derivada de los datos del detector de presión dinámica 110 antes y durante el evento de combustión), o similares.

Todavía haciendo referencia a la figura 2, el informe de salida 210 que se muestra en el dispositivo de visualización 202 también puede mostrar un área de visualización numérica 238 que muestra los valores de las características de combustión (por ejemplo, ID, MDP, MDP, ROHRA, CP y TAMPD) determinados mediante el sistema de medición analítica 100. Al seleccionar un combustible ensayado previamente (por ejemplo, Combustible A, Combustible B, Combustible C o Combustible D) de un menú desplegable 240, las características de combustión de diferentes combustibles se pueden mostrar de forma alterna en el área de visualización numérica 238 y en el gráfico de ejes múltiples 212.

Las características de combustión previamente determinadas de uno o más combustibles se pueden mostrar por separado o al mismo tiempo en el gráfico de ejes múltiples 212 utilizando un cuadro de visualización de combustible 242. Se pueden seleccionar uno o más de los combustibles en el cuadro de visualización de combustible 242 (por ejemplo, un usuario puede hacer clic en los nombres de los combustible con un ratón u otro dispositivo de entrada). Al seleccionar un botón de carga 244, el ordenador 198 carga el o los informes de salida seleccionados de la memoria 208. Además, al seleccionar un botón de comparación 246, el ordenador 198 genera un informe de salida 210 que se muestra en el dispositivo de visualización 202. El informe de salida 210 incluye un gráfico de las características de combustión de una o más muestras de combustible seleccionadas en



el gráfico de ejes múltiples 212. Además, el dispositivo de visualización 202 puede mostrar al mismo tiempo los gráficos lineales de presión 226 para cada una de las una o más muestras de combustible seleccionadas.

5 En esta forma de realización, la selección de un botón de edición 248 permite la edición de los datos de origen del informe de salida 210. Además o de forma alterna, el botón de edición 248 puede permitir que un usuario edite las etiquetas de los ejes, el título del gráfico, los títulos de las líneas, los colores de las líneas, la orientación del gráfico, la disposición de los ejes en el gráfico y otras ediciones. La selección de un botón de reescalado 250 permite escalar de nuevo el gráfico de ejes múltiples 212 o el gráfico lineal de presión 226. Los gráfico se pueden reescalar a una escala de mejor ajuste, una escala definida por el usuario o similar. Además, un botón de guardar 10 252 puede permitir que el informe de salida 210 y otros datos que se muestran en ese momento en el monitor 202 se guarden en la memoria 208.

Haciendo referencia a la figura 3A, un procedimiento a título de ejemplo 300 para determinar las características de combustión de un combustible ensayado puede incluir la maniobra 305 de arranque y calentamiento de la cámara de combustión 102. Por ejemplo, la válvula de aire de carga 136 (figura 1) en la fuente del suministro de 15 aire de carga 128 se puede abrir para llenar la cámara de combustión 102 con aire. Los reguladores de presión de suministro de aire de carga (que no se muestran en la figura 1) se pueden regular según sea necesario para proporcionar presión de aire estático a la cámara de combustión 102, por ejemplo, aproximadamente a 2,4 MPa +/- 0,02 MPa. En esta forma de realización del procedimiento 300, la cámara de combustión 102 se puede llenar con aire que comprende una mezcla del 20,9 % de oxígeno aproximadamente, el 78-79 % aproximadamente de 20 nitrógeno y porcentajes más pequeños de otros gases que se encuentran en la atmósfera. Como parte de la maniobra de arranque y calentamiento 305, el ordenador 198, el sistema de refrigerante 106 y el suministro de aire neumático 126 se pueden activar. La secuencia de calentamiento se puede iniciar utilizando el sistema de control 124 (por ejemplo, ejecutando una secuencia de inicio en el ordenador 198). Durante la secuencia de 25 calentamiento, la cámara de combustión 102 se calienta hasta que alcanza una temperatura de equilibrio, por ejemplo, de 575 °C aproximadamente.

El procedimiento 300 también puede incluir la maniobra 310 de filtrado y preparación de la muestra de combustible. Por ejemplo, un usuario puede filtrar el combustible a temperatura ambiente utilizando una jeringa 30 de vidrio y un elemento de filtro de un solo uso para preparar el combustible, como por ejemplo aproximadamente 220 mL o más de la muestra de combustible. Durante la maniobra 315 del procedimiento 300, la tapa del depósito 182 (figura 1) se puede retirar del cuerpo del depósito 180 y el cuerpo del depósito 180 se puede llenar con el combustible. La tapa del depósito 182 se puede volver a instalar. Todo el combustible se puede descargar por el sistema de inyección de combustible hasta que el depósito de combustible 160 esté 35 vacío. En la maniobra 315, la tapa del depósito 182 se puede retirar entonces y el cuerpo del depósito 180 se vuelve a llenar con el combustible. La tapa del depósito 182 se puede volver a instalar de nuevo.

Todavía haciendo referencia a la figura 3, el procedimiento 300 puede incluir la maniobra 325 de iniciar la determinación automática de las características de combustión. En la maniobra 325, la determinación de las 40 características de combustión puede iniciarse utilizando el sistema informático 198 u otra parte del sistema de control 124 (figura 1). Durante o después del inicio descrito en la maniobra 325, se puede inyectar una pequeña muestra de combustible en la cámara de combustión calentada y con temperatura controlada 102, cargada con anterioridad con aire comprimido. En esta forma de realización, cada inyección puede producir un evento de combustión de encendido por compresión y disparo único. Algunas formas de realización del sistema 100 pueden 45 proporcionar la determinación de valores de características de combustión como por ejemplo ID, MDP, MDT, ROHRA, CP, TAMPD, o similares (descritas, por ejemplo, en relación con las figuras 4 a 16).

En la maniobra 330, se pueden supervisar uno o más eventos de combustión en la cámara de combustión. Por ejemplo, un usuario puede supervisar el evento de combustión para verificar que el período de tiempo de 50 inyección se encuentre dentro de un rango apropiado, por ejemplo entre 4,0 ms y 6,0 ms. En algunas formas de realización, se puede llevar a cabo una secuencia de ensayo más completa mediante el inicio del sistema 100 para realizar dos eventos de combustión preliminares y una pluralidad de eventos de combustión consecutivos (por ejemplo, tres, cinco, diez, quince, veinte, veinticinco o más), durante el que un usuario supervisa los eventos de combustión y los detectores transmiten datos para cada uno de los eventos consecutivos. En estas 55 circunstancias, los eventos de combustión se pueden supervisar, por ejemplo, para verificar que el promedio del período de inyección y los períodos de inyección individuales se encuentren dentro de un rango apropiado, como por ejemplo un promedio de 5,00 ms +/- 0,25 ms y períodos individuales de entre 4,0 ms y 6,0 ms. Si el promedio del período de inyección o los períodos de inyección individuales se encuentran fuera de los límites respectivos, puede que se requiera regulaciones, como regulaciones en la boquilla de inyector de combustible 162 y la 60 extensión de aguja cargada con resorte 164. A continuación de cualquier tipo de ajuste, se puede repetir el procedimiento 300 empezando con la preparación de más combustible 310. Si tanto el promedio del período de inyección como los períodos de inyección individuales se encuentran dentro de los límites, se puede aceptar el ensayo y se pueden analizar los resultados.

65 El procedimiento 300 también puede incluir la maniobra 335 de mostrar un informe de salida generado por el sistema 100. En la maniobra 335, el sistema informático 198 puede generar el informe de salida 210 y mostrarlo

en el dispositivo de pantalla 200 (véase la figura 2 por ejemplo). El informe de salida 210 puede incluir valores determinados de una pluralidad de características de combustión, tales como ID, MDP, MDT, ROHRA, CP, TAMPD, o similares.

5 En la maniobra 345, el usuario puede ejercer una opción para comparar el informe de salida 210 con uno o más informes de salida 210 de muestras de combustible ensayadas previamente. Por ejemplo, en la maniobra 350, el usuario puede comparar los informes de salida 210 para uno o más entre Combustible A, Combustible B, Combustible C y Combustible D, tal como se ha descrito con anterioridad en relación con la figura 2. Los valores  
10 previamente determinados para las características de combustión de los combustibles ensayados se pueden mostrar por separado o al mismo tiempo en el gráfico de ejes múltiples 212.

En la maniobra 355, todo combustible restante se puede descargar mediante el sistema de inyección de combustible 104 hasta que el depósito de combustible 180 esté vacío. Opcionalmente, la tapa del depósito 182 se puede quitar para inspeccionar visualmente que el depósito de combustible 180 esté vacío. La tapa del  
15 depósito de combustible 182 se puede volver a instalar. En la maniobra 360, el sistema 100 puede estar de nuevo preparado para una muestra de combustible diferente. De forma alternativa, la cámara de combustión 102 puede estar desactivada.

Si la cámara de combustión 102 está desactivada, el usuario puede confirmar que la totalidad del combustible se ha descargado del sistema de inyección de combustible 104 y que el cuerpo del depósito 180 está vacío. De forma adicional, la válvula de aire de carga 136 en la fuente del suministro de aire de carga 128 puede estar  
20 cerrada. En algunas formas de realización, el ordenador 198 se puede utilizar para desactivar la cámara de combustión 102. Durante una desactivación completa, el ordenador 198, el sistema de refrigerante de circulación 106 y el suministro de aire neumático 126 se pueden desconectar, y la cámara de combustión 102 se puede descomprimir y enfriar a temperatura ambiente.  
25

Haciendo referencia a la figura 3B, un procedimiento a título de ejemplo 365 de presentación de informes de las características de combustión de un combustible ensayado puede incluir la maniobra 370 de recibir datos  
30 indicativos de la presión y la temperatura en la cámara de combustión 102 antes del evento de combustión. Tal como se ha descrito con anterioridad en relación con las figuras 1 y 2, el proceso de determinar y de presentar informes de características de combustión se puede implementar por lo menos parcialmente utilizando un sistema informático, por ejemplo el ordenador 198 (figura 1). Por tanto, la maniobra 370 se puede implementar por lo menos parcialmente mediante el sistema informático 198 que recibe una o más señales de datos del  
35 detector de presión estática 108 y del detector de temperatura de aire de carga 116, (por ejemplo, enviadas al sistema informático 198 mediante la tarjeta de control 194). Si tanto la presión estática como la temperatura en la cámara de combustión se encuentran dentro de los rangos apropiados, la cámara de combustión 102 puede estar operativa y lista para la combustión de combustible.

El procedimiento 365 también puede incluir la maniobra 375 de recibir datos indicativos de la presión y la  
40 temperatura en la cámara de combustión durante la combustión del combustible. En aquellas formas de realización en las que la maniobra 375 se implementa por lo menos parcialmente en el sistema informático 198, los datos se pueden recibir del detector de presión dinámica 100 y del detector de temperatura del aire de carga 166. Por ejemplo, durante uno o más eventos de combustión realizados durante el ensayo de una muestra de combustible, el detector de presión dinámica 110 y el detector de temperatura del aire de carga 116 pueden  
45 detectar los cambios dinámicos en la presión y la temperatura a un ritmo de muestreo predeterminado. El sistema informático 198 puede recibir una o más señales de datos del detector de presión dinámica 110 y el detector de temperatura de aire de carga 116 (por ejemplo, enviadas mediante la tarjeta de control 194). En esta forma de realización particular, el ritmo de muestreo para recibir datos del detector de presión dinámica 110 y el detector de temperatura de aire de carga 116 puede ser de aproximadamente 0,05 ms y cada evento de  
50 combustión individual puede presentar una duración de 100 ms aproximadamente. En otras formas de realización, se pueden utilizar diferentes ritmos de muestreo.

El procedimiento 365 puede incluir la maniobra 385 de determinar una pluralidad de características de combustión asociadas con el combustible inyectado. En algunas formas de realización implementadas en  
55 ordenador, el sistema informático 198 puede incluir por lo menos un componente de hardware o un programa informático almacenado en la memoria del ordenador 208 configurado para determinar (por ejemplo, atributos directos de datos de detector, algoritmos computacionales, cálculos estadísticos, conversión o derivación matemática, otras técnicas determinativas, o una combinación de los mismos) la pluralidad de características de combustión en base, por lo menos en parte, a los datos recibidos de los detectores. Por ejemplo, durante o  
60 después del uno o más eventos de combustión, el sistema informático 198 puede determinar los valores para una pluralidad de características de combustión, como por ejemplo ID, MDP, MDT, ROHRA, CP y TAMPD, en base, por lo menos en parte, a los datos recibidos de los detectores. En esta forma de realización, el sistema informático 198 se puede adaptar para determinar el valor de ID utilizando datos de presión y de movimiento detectados mediante el detector de presión dinámica 110 y el detector de movimiento de boquilla de inyector 122.  
65 También en esta forma de realización, el sistema informático 198 se puede adaptar para determinar los valores de MDP, ROHRA, CP y TAMPD utilizando datos de presión recibidos del detector de presión dinámica 110 al

ritmo de muestreo predeterminado. Además, en esta forma de realización, el sistema informático 198 se puede adaptar para determinar el valor de MDT utilizando datos de temperatura detectados mediante el detector de temperatura de aire de carga 116 al ritmo de muestreo.

5 El procedimiento 365 también puede incluir la maniobra 390 de generar un informe de salida indicativo de los valores de la pluralidad de características de combustión. En algunas formas de realización implementadas en ordenador, el sistema informático 198 puede generar un informe de salida (se puede ver, por ejemplo, el informe 210 descrito en relación a la figura 2). Por ejemplo, la memoria de ordenador 208 puede comprender un programa informático configurado para generar un informe (por ejemplo, se muestra en el dispositivo de visualización 202, se imprime en una copia en papel, se guarda en la memoria de ordenador 208, o una combinación de los mismos) que indica los valores de las características de combustión determinadas en la maniobra 385. En la maniobra 395, el informe de salida se puede mostrar para que lo visualice un usuario. Por ejemplo, en una forma de realización implementada en ordenador, el informe de salida se puede mostrar en un dispositivo de visualización 202, mostrarse en un dispositivo de visualización remoto después de una transmisión a través de una red, o imprimirse en una copia impresa en papel del sistema informático 198 o de un sistema informático remoto. El informe de salida puede incluir un gráfico de ejes múltiples (se puede ver, por ejemplo, el gráfico 212 descrito en relación a la figura 2), un gráfico lineal de presión, o ambos.

20 Tal como se ha descrito con anterioridad, el procedimiento 365 se puede implementar por lo menos parcialmente utilizando un sistema informático. Además, algunas formas de realización de un aparato o procedimiento pueden implementarse en uno o más programas informáticos que son ejecutables en un sistema informático que incluye por lo menos un procesador. Un programa informático puede ser un conjunto de instrucciones que se pueden utilizar, directa o indirectamente, en un sistema informático para realizar una determinada actividad o lograr un determinado resultado. Un programa informático se puede escribir en cualquier forma de lenguaje de programación, incluidos los lenguajes compilados o interpretados, y se puede implantar en cualquier forma, inclusive como un programa independiente o como un módulo, componente, subrutina u otra unidad adecuada para su uso en un entorno informático. Además, se deberá entender que los componentes del sistema informático se pueden conectar a un medio de comunicación de datos digital, como una red de comunicación. Algunos ejemplos de redes de comunicación incluyen, por ejemplo, una red de área local (LAN), una red de área amplia (WAN) y los ordenadores y redes que forman Internet.

Haciendo ahora referencia a las figuras 4 y 5, se puede utilizar una tabla de informe 400 y un gráfico de ejes múltiples 500 para mostrar valores de la característica de combustión de retraso de ignición (ID) 405 asociada con una pluralidad de combustibles (por ejemplo, combustible A 410, combustible B 415, combustible C 420, y combustible D 425). En algunas formas de realización, la tabla de informe 400 y el gráfico 500 se pueden mostrar, por ejemplo, en un dispositivo de visualización de ordenador. La tabla de informe 400 y el gráfico de ejes múltiples 500 pueden proporcionar una comparación cuantitativa y cualitativa de los valores de ID de los diferentes combustibles 410, 415, 420 y 425.

40 Tal como se ha descrito con anterioridad, la característica de combustión de retraso de ignición se puede definir como el tiempo entre el inicio de la inyección del combustible y el inicio de la combustión. El inicio de la combustión se indica mediante un aumento de presión de la cámara de combustión con respecto a la presión estática inicial de la cámara de combustión 234. A efectos prácticos, el inicio de la combustión se puede definir como un aumento de la presión de la cámara de combustión por encima de un valor específico seleccionado porque indica claramente el inicio de la combustión. En esta forma de realización particular, la característica de combustión de retraso de ignición se puede definir como el tiempo entre el inicio de la inyección del combustible y el momento en que la presión de la cámara de combustión 102 aumenta +0,02 MPa por encima de la presión estática inicial de 2,4 MPa +/- 0,2 MPa. Por ejemplo, el aumento de presión en la cámara de combustión 102 se puede detectar mediante el detector de presión dinámica 110, y el inicio de la inyección de la muestra de combustible se puede detectar mediante el detector de movimiento de boquilla de inyección 122. Se deberá entender que, en otras formas de realización, el valor de ID se puede definir de otro modo dependiendo del tipo de detectores utilizados para supervisar el evento (o eventos) de combustión, la configuración del programa informático u otros componentes del sistema 100. En algunas formas de realización, en las que la secuencia de ensayo comprende una pluralidad de eventos de combustión consecutivos (por ejemplo, veinticinco eventos en la cámara de combustión), el valor para la característica de ID 405 se puede obtener tomando el promedio de las mediciones de retraso de ignición individuales de los eventos de combustión consecutivos. Además, tal como se muestra en la figura 4, la tabla de informe 400 puede incluir una categoría 435 para mostrar la unidad de medida (por ejemplo, milisegundos) y una categoría 440 para mostrar un valor de conversión de escala (utilizado opcionalmente para mostrar valores en un gráfico a escala).

60 El gráfico de ejes múltiples 500 se puede utilizar para mostrar gráficamente los valores determinados para la característica de ID 405. Por ejemplo, los valores para la característica de ID 405 se pueden representar en el eje de ID 505 del gráfico de ejes múltiples 500. En esta forma de realización, los valores pueden encontrarse en el rango entre 0,5 ms y 20 ms; por lo tanto, se puede utilizar una escala de mejor ajuste (se puede apreciar en la categoría 440) asociando un valor de ID de 0,5 ms a un valor de escala de 0, y un valor de ID de 20 ms a un valor de escala de 100. Se deberá entender que, en otras formas de realización, la escala puede ser diferente

dependiendo de la visibilidad de los valores en el gráfico y dependiendo de los detectores y del ritmo de muestreo utilizados en el sistema 100. Los valores de ID mostrados en las categorías 445, 450, 455 y 460 de la tabla de informe 400 muestran variaciones a título de ejemplo que pueden tener lugar según sea un combustible u otro. Los valores de ID en esta forma de realización varían desde un valor de 2,16 ms para el combustible D 425, a un valor de 3,12 ms para el combustible B 415 y desde un valor de 4,35 ms para el combustible A 410, a un valor de 11,5 ms para el combustible C 420. Los valores determinados realmente se pueden mostrar en el gráfico de ejes múltiples 500, o estos valores se pueden convertir en valores a escala (se puede apreciar en las categorías 445, 450, 455 y 460 de la tabla de informe 400) que se muestran en el gráfico 500. En esta forma de realización, el gráfico de ejes múltiples 500 muestra los valores a escala para la determinación de ID. En algunas formas de realización, el gráfico de ejes múltiples 500 puede incluir una leyenda 510 que asocia los combustibles ensayados con un identificador visual (por ejemplo, una línea exclusiva, un punto, un color o similar).

Haciendo referencia a las figuras 6 y 7, se puede utilizar una tabla de informe 600 y un gráfico de ejes múltiples 700 para mostrar valores para la característica de presión delta máxima (MDP) asociada con una pluralidad de combustibles diferentes (por ejemplo, combustible A 410, combustible B 415, combustible C 420, y combustible D 425). Tal como se ha descrito con anterioridad, la tabla de informe 600 y el gráfico de ejes múltiples 700 se pueden mostrar a un usuario, por ejemplo, en un dispositivo de visualización de ordenador. La tabla de informe 600 y el gráfico de ejes múltiples 700 pueden proporcionar la comparación cuantitativa y cualitativa de los valores MDP de los diferentes combustibles 410, 415, 420 y 425.

En esta forma de realización particular, el valor para la característica de combustión MDP 605 se puede definir como el cambio máximo en la presión desarrollada durante el proceso de combustión (por ejemplo, la presión máxima desarrollada en la cámara de combustión durante un evento de combustión particular menos la presión estática al inicio del evento de combustión). Los valores de presión de la cámara de combustión durante el evento de combustión se pueden detectar mediante el detector de presión dinámica 110. En algunas formas de realización en las que la secuencia de ensayo incluye una pluralidad de eventos de combustión consecutivos, el valor de MDP se puede calcular tomando el promedio del valor de las determinaciones de presión de delta máxima individuales de los eventos de combustión consecutivos. La tabla de informe 600 puede incluir una categoría 635 que indica la unidad de medida 635 utilizada para el valor de MDP, como por ejemplo el bar. Se deberá entender que, en otras formas de realización, el valor de MDP se puede definir de otra manera dependiendo del tipo de detectores utilizados para supervisar el evento (o eventos) de combustión, la configuración del programa informático u otros componentes del sistema 100.

Se puede utilizar el gráfico de ejes múltiples 700 para mostrar gráficamente los valores determinados de la característica de MDP 605. Por ejemplo, los valores de la característica de MDP 605 se pueden representar en el eje de MDP 705 del gráfico de ejes múltiples de acuerdo con la leyenda 510. En esta forma de realización, los valores determinados realmente pueden estar en el rango entre 0 bar y 40 bares. Por tanto, se puede utilizar una escala de mejor ajuste (se puede apreciar en la categoría 640) asociando un valor de MDP de 0 bar a un valor de escala de 0, y un valor de MDP de 40 bares a un valor de escala de 100. Se deberá entender que, en otras formas de realización, la escala puede ser diferente dependiendo de la visibilidad de los valores en el gráfico y dependiendo de los detectores y del ritmo de muestreo utilizado en el sistema 100. Los valores de MDP mostrados en las categorías 645, 650, 655 y 660 de la tabla de informe 600 muestran variaciones a título de ejemplo que pueden presentar los diferentes combustibles. Los valores reales de MDP en esta forma de realización varían entre un valor de 9,75 bares para el combustible A 410 y un valor de 11,45 bares para el combustible B 415 y entre un valor de 22 bares para el combustible C 420, y un valor de 35 bares para el combustible D 425. En esta forma de realización, el gráfico de ejes múltiples 700 muestra los valores a escala para la determinación de MDP (se pueden ver los valores a escala en las categorías 645, 650, 655 y 660 del informe 600), pero en algunas formas de realización, el gráfico de ejes múltiples 700 puede mostrar los valores determinados realmente, tal como se muestra en la tabla de informe 600.

Haciendo referencia a las figuras 8 y 9, se puede utilizar una tabla de informe 800 y un gráfico de ejes múltiples 900 para mostrar valores para la característica de temperatura delta máxima (MDT) asociada con una pluralidad de combustibles diferentes (por ejemplo, combustible A 410, combustible B 415, combustible C 420 y combustible D 425). En algunas formas de realización, la tabla de informe 800 y el gráfico de ejes múltiples 900 se pueden mostrar en un dispositivo de visualización de ordenador y pueden proporcionar la comparación cuantitativa y cualitativa de los valores de MDT de los diferentes combustibles 410, 415, 420 y 425. La tabla de informe 800 puede incluir una categoría 835 que indica la unidad de medida utilizada para el valor de MDT, tal como grados C. El valor para la característica de combustión de MDT 805 se puede definir como el cambio máximo de temperatura desarrollado durante el proceso de combustión (por ejemplo, la temperatura máxima medida en la cámara de combustión durante un evento de combustión particular menos la temperatura inicial al inicio del evento de combustión). Se deberá entender que, en otras formas de realización, el valor de MDT se puede definir de otra manera dependiendo del tipo de detectores utilizados para supervisar el evento (o eventos) de combustión, la configuración del programa informático u otros componentes del sistema 100. El gráfico de ejes múltiples 900 se puede utilizar para mostrar gráficamente valores (por ejemplo, valores a escala o valores determinados realmente) para la característica MDT 805. Por ejemplo, los valores a escala para MDT se pueden representar en el eje de MDT 905 de acuerdo con la leyenda 510 y la escala de mejor ajuste (se puede apreciar

la categoría 840 en la tabla de informe 800). En esta forma de realización, el diagrama de ejes múltiples 900 muestra los valores a escala para la determinación de MDT (se pueden apreciar los valores a escala en las categorías 845, 850, 855 y 860 del informe 800), pero en algunas formas de realización el gráfico de ejes múltiples 900 puede mostrar los valores determinados realmente como se muestra en la tabla de informe 800.

Haciendo referencia a las figuras 10 y 11, se puede utilizar una tabla de informe 1000 y un gráfico de ejes múltiples 1100 para mostrar valores para la característica de tasa de área de liberación de calor (ROHRA) asociada con una pluralidad de combustibles diferentes (por ejemplo, combustible A 410, combustible B 415, combustible C 420 y combustible D 425). En algunas formas de realización, la tabla de informe 1000 y el gráfico de ejes múltiples 1100 se pueden mostrar en un dispositivo de visualización de ordenador y pueden proporcionar la comparación cuantitativa y cualitativa de los valores de ROHRA de los diferentes combustibles 410, 415, 420 y 425. La tabla de informe 1000 puede incluir una categoría 1035 que indica la unidad de medida utilizada para el valor ROHRA, como por ejemplo bares/ms<sup>2</sup>. En esta forma de realización, el valor para la característica de combustión de ROHRA 1005 se puede definir como el cambio máximo de temperatura desarrollado durante el proceso de combustión (por ejemplo, se puede determinar mediante el cálculo del área bajo la curva de la derivada de la línea de representación de presión). Se deberá entender que, en otras formas de realización, el valor de ROHRA se puede definir de otra manera dependiendo del tipo de detectores utilizados para supervisar el evento (o eventos) de combustión, la configuración del programa de ordenador u otros componentes del sistema 100. El gráfico de ejes múltiples 1100 se puede utilizar para mostrar gráficamente valores (por ejemplo, valores a escala o valores determinados realmente) para la característica de ROHRA 1005. Por ejemplo, los valores a escala para ROHRA se pueden representar en el eje de ROHRA 1105 de acuerdo con la leyenda 510 y la escala de mejor ajuste (se puede apreciar la categoría 1040 en la tabla de informe 1000). En esta forma de realización, el gráfico de ejes múltiples 1100 muestra los valores a escala para la determinación de ROHRA (se pueden apreciar los valores a escala en las categorías 1045, 1050, 1055 y 1060 del informe 1000), pero en algunas formas de realización el gráfico de ejes múltiples 1100 puede mostrar los valores determinados realmente como se muestra en la tabla de informe 1000.

Haciendo referencia a las figuras 12 y 13, se puede utilizar una tabla de informe 1200 y un gráfico de ejes múltiples 1300 para mostrar valores para la característica de período de combustión (CP) asociada con una pluralidad de combustibles diferentes (por ejemplo, combustible A 410, combustible B 415, combustible C 420 y combustible D 425). En algunas formas de realización, la tabla de informe 1200 y el gráfico de ejes múltiples 1300 se pueden mostrar en un dispositivo de visualización de ordenador y pueden proporcionar la comparación cuantitativa y cualitativa de los valores de CP de los diferentes combustibles 410, 415, 420 y 425. La tabla de informe 1200 puede incluir una categoría 1235 que indica la unidad de medida utilizada para el valor de CP, tal como milisegundos. El valor para la característica de combustión de CP 1205 se puede definir como la duración en el tiempo del evento de combustión. A efectos prácticos, se puede definir que tiene lugar el evento de combustión cuando el aumento sostenido de la presión debido a la combustión se encuentra por encima de un valor específico. En esta forma de realización, el evento de combustión se define cuando tiene lugar el aumento sostenido de la presión debido a la combustión superior a 0,05 bares/ms<sup>2</sup>. Se deberá entender que, en otras formas de realización, el valor de CP se puede definir de otra manera dependiendo del tipo de detectores utilizados para supervisar el evento (o eventos) de combustión, la configuración del programa informático u otros componentes del sistema 100. El gráfico de ejes múltiples 1300 se puede utilizar para mostrar gráficamente valores (por ejemplo, valores a escala o valores determinados realmente) para la característica de CP 1205. Por ejemplo, los valores a escala para CP se pueden representar en el eje de CP 1305 de acuerdo con la leyenda 510 y la escala de mejor ajuste (se puede apreciar la categoría 1240 en la tabla de informe 1200). En esta forma de realización, el gráfico 1300 de ejes múltiples muestra los valores escalados para la determinación de CP (se pueden ver los valores a escala en las categorías 1245, 1250, 1255 y 1260 del informe 1200), pero en algunas formas de realización el gráfico de ejes múltiples 1300 puede mostrar los valores determinados realmente como se muestra en la tabla de informe 1200.

Haciendo referencia a las figuras 14 y 15, una tabla de informe 1400 y un gráfico de ejes múltiples 1500 se puede utilizar para mostrar valores para la característica de momento en el que se detectó la máxima presión (TAMPD) asociada con una pluralidad de combustibles diferentes (por ejemplo, combustible A 410, combustible B 415, combustible C 420 y combustible D 425). En algunas formas de realización, la tabla de informe 1400 y el gráfico de ejes múltiples 1500 se pueden mostrar en un dispositivo de visualización de ordenador y pueden proporcionar la comparación cuantitativa y cualitativa de los valores de TAMPD de los diferentes combustibles 410, 415, 420 y 425. La tabla de informe 1400 puede incluir una categoría 1435 que indica la unidad de medida utilizada para el valor de TAMPD, tal como milisegundos. El valor para la característica de combustión de TAMPD 1405 se puede definir como la duración en el tiempo desde el inicio de la combustión (por ejemplo, el inicio de la combustión utilizado para determinar la característica de combustión de retraso de ignición 405 hasta la máxima presión de combustión). Se deberá entender que, en otras formas de realización, el valor de TAMPD se puede definir de otra manera dependiendo del tipo de detectores utilizados para supervisar el evento (o eventos) de combustión, la configuración del programa de ordenador u otros componentes del sistema 100. El gráfico de ejes múltiples 1500 se puede utilizar para mostrar gráficamente valores (por ejemplo, valores a escala o valores determinados realmente) para la característica de TAMPD 1405. Por ejemplo, los valores a escala para TAMPD se pueden representar en el eje de TAMPD 1505 de acuerdo con la leyenda 510 y la escala de mejor ajuste (se

puede apreciar la categoría 1440 en la tabla de informe 1400). En esta forma de realización, el gráfico de ejes múltiples 1500 muestra los valores a escala para la determinación de TAMPD (se pueden apreciar los valores a escala en las categorías 1445, 1450, 1455 y 1460 del informe 1400), pero en algunas formas de realización el gráfico de ejes múltiples 1500 puede mostrar los valores determinados realmente como se muestra en la tabla de informe 1400.

Haciendo referencia a la figura 16, se puede utilizar un diagrama de ejes múltiples 1600 como factor de forma del combustible. El gráfico 1600 puede proporcionar un modelo para la comparación y el análisis eficientes de las características de combustión, por ejemplo, algunas o todas las características de ID, MDP, MDT, ROHRA, CP y TAMPD descritas anteriormente y otras características (por ejemplo, número de octano, número de cetano, contenido aromático o similar). Los valores de las características de combustión para una pluralidad de combustibles diferentes (por ejemplo, combustible A 410, combustible B 415, combustible C 420 y combustible D 425) se pueden mostrar al mismo tiempo en el gráfico de ejes múltiples 1600 para proporcionar una herramienta eficiente de comparación y análisis. En algunas formas de realización, el factor de forma del combustible que se muestra en el gráfico 1600 de ejes múltiples se puede utilizar para evaluar la idoneidad del combustible ensayado para el funcionamiento en una configuración de motor particular.

Se puede crear el gráfico 1600 de manera similar a los gráficos de ejes múltiples 500, 700, 900, 1100, 1300 y 1500 descritos en relación con las figuras 5, 7, 9, 11, 13 y 15. En algunas circunstancias, las líneas 1610, 1615, 1620 y 1625 se pueden dibujar conectando los valores de características de combustión asociados con cada uno de los cuatro combustibles diésel 410, 415, 420 y 425, proporcionando de este modo un aspecto que puede ser diferente para cada uno de los diferentes combustibles. Tal como se ha descrito con anterioridad en relación con las figuras 2, 3A y 3B, el gráfico de ejes múltiples 1600 se puede generar para que su visualización por un usuario después de que tengan lugar uno o más eventos de combustión en el interior de la cámara de combustión 102 (figura 1). A continuación el usuario puede analizar simultáneamente una pluralidad de características de combustión para diferentes combustibles de interés. La utilización del gráfico de ejes múltiples 1600 como factor de forma puede proporcionar una herramienta eficiente para comparar varias características de los combustibles ensayados. Se deberá entender que, en algunas formas de realización, el factor de forma del combustible se puede definir por lo menos parcialmente por el aspecto del gráfico de ejes múltiples. En otras formas de realización, el factor de forma del combustible puede estar definido por lo menos parcialmente por un valor de área del aspecto del gráfico de ejes múltiples, de manera que se pueden distinguir diferentes combustibles por los diferentes valores de área en ordenadas particulares.

En algunas formas de realización, el factor de forma del combustible resultante puede proporcionar a un diseñador de motores un procedimiento para comparar las características de comportamiento del combustible de un motor en una condición dada. Por ejemplo, si un diseño de motor presenta mejor comportamiento con el combustible A 410 a una primera temperatura y a continuación presenta mejor comportamiento con el combustible D 425 a una segunda temperatura, el diseñador de motores puede visualizar el factor de forma que se muestra en el gráfico de ejes múltiples 1600 para comparar cuantitativa o cualitativamente las características del combustible A 410 con el combustible D 425. Una herramienta de este tipo puede permitir al diseñador de motores o a otro usuario desarrollar una mezcla de combustible alternativa que presente un comportamiento más satisfactorio tanto en la primera como en la segunda temperatura. La mezcla de combustible alternativa, por ejemplo el combustible B 415, puede proporcionar un compromiso adecuado de las características de combustión (por ejemplo, ID, MDP, MDT, ROHRA, CP, TAMPD, u otras características determinadas por el sistema 100) que el combustible A 410 y el combustible D 425 no habían proporcionado en este caso. Dicha comparación de las características de combustible se puede implementar como parte de los sistemas y procedimientos de acuerdo con lo que se ha descrito, por ejemplo, en relación con las figuras 1, 2 y 3A-B.

Por ejemplo, en formas de realización particulares, el gráfico de ejes múltiples 1600 se puede utilizar como factor de forma de combustible para seleccionar combustibles comercialmente viables para su uso en un diseño de motor particular. En este ejemplo, un usuario puede ensayar el combustible A en un motor particular y determinar que el combustible A proporciona características de combustión convenientes. Si el combustible A es un combustible de ensayo costoso, el uso comercial a gran escala del combustible A en el diseño de motor puede ser inviable. En tales circunstancias, el usuario puede comparar el factor de forma del combustible A 1610 (que se muestra en el gráfico de ejes múltiples 1600) para formar factores de otros combustibles para ver si un combustible menos costoso proporciona características de combustión similares. En este ejemplo, el usuario puede seleccionar el combustible B en base, por lo menos en parte, a una comparación del aspecto de los factores de forma 1610 y 1615. El combustible B puede ser una mezcla de combustibles comerciales menos costosos, más fácilmente disponibles o una mezcla de combustible comercial con aditivos adicionales que dé lugar a características de combustión similares al combustible ensayado A. Mediante este proceso, un usuario o grupo de usuarios puede llenar una base de datos (por ejemplo, almacenada en la memoria de ordenador 208 (figura 2) y accesible por medio del dispositivo de pantalla 208) que tiene factores de forma del combustible para cada tipo de combustible. Por lo tanto, el sistema 100 se puede utilizar para desarrollar una base de datos amplia que muestre las correlaciones entre los aspectos de los factores de forma del combustible para una cantidad de combustibles y los resultados de la combustión de esos combustibles en un diseño de motor particular. Además, se puede utilizar una base de datos de este tipo en el programa de modelado de combustión para introducir

directamente el aspecto del factor de forma del combustible en un módulo adicional del programa de modelado de combustión, eliminando así repeticiones de las características de combustión del combustible. Se deberá entender que un usuario ensaya los diferentes combustibles en un sistema de simulación de motor en lugar de en un motor de combustión real. Por ejemplo, los datos del gráfico de ejes múltiples se pueden incorporar en un sistema de simulación de motor (por ejemplo, sistema informático de simulación de motor GT-Power, sistema informático de simulación y modelado CFD (dinámica de fluidos computacional), módulos de simulación de Matlab y otros sistemas de simulación implementados en un sistema informático o similar) para proporcionar retroalimentación para ciertos criterios de las características de combustión del combustible. Por consiguiente, los datos del gráfico de ejes múltiples pueden facilitar el diseño o selección de combustible personalizado al permitir que un diseñador simule fácilmente la combustión de uno o más combustibles en un motor simulado utilizando el sistema de simulación de motor.

Todavía haciendo referencia a la figura 16, en otras formas de realización, el factor de forma del combustible mostrado en el gráfico de ejes múltiples 1600 puede proporcionar a un diseñador de motores un procedimiento para alterar un diseño de motor en base a una comparación de las características del combustible. En un ejemplo, el diseñador de motores puede comparar y analizar las características de combustión del combustible A 410 y el combustible C 420. Si el diseño actual del motor funciona presenta mejor comportamiento con el combustible A 410 (aunque se supone que el combustible C 420 se va a utilizar por razones comerciales u otros motivos), los aspectos del factor de forma mostrados en el gráfico 1600 pueden indicar qué característica está afectando al comportamiento del combustible C 420. Dicha comparación cuantitativa o cualitativa puede hacer que el diseñador u otro usuario alteren el diseño del motor para una adaptación mejor al combustible C 420. Por ejemplo, el diseñador de motores puede alterar la relación de compresión, el diseño de la cabeza del pistón, la conformación de la cámara de combustión de la culata, el agujero y la carrera, o la elevación y la duración del árbol de levas de acuerdo con las características de combustión 405, 605, 805, 1005, 1205 y 1405 del combustible C 420.

Por ejemplo, en formas de realización particulares, algunos diseños de motor (por ejemplo, HCCI o similares) pueden requerir un combustible que se autoencienda fácilmente en condiciones de baja carga o frío, pero que se encienda con menos facilidad en condiciones de carga más altas. En tal circunstancia, un usuario puede ensayar el mismo combustible en la cámara de combustión 102 del sistema 100 tanto en condiciones de carga baja como en condiciones de carga alta. Al evaluar el factor de forma del combustible (que se muestra en el gráfico de ejes múltiples 1600) para el combustible ensayado tanto en condiciones de carga baja como en condiciones de carga alta, el usuario puede identificar un combustible que presente características al autoencendido adecuadas en condiciones de carga baja y en condiciones de carga alta. De forma alternativa, al evaluar el factor de forma del combustible (que se muestra en el gráfico de ejes múltiples 1600) para el combustible ensayado tanto en condiciones de carga baja como en condiciones de carga alta, el usuario puede determinar que el combustible presenta una resistencia adecuada al autoencendido en condiciones de carga alta (por ejemplo, mayor retraso de ignición) y, a continuación, puede cuantificar cuánto se debe reducir el retraso de ignición en las condiciones de carga más bajas. En tales circunstancias, el usuario puede ajustar el diseño del motor u otras prestaciones para adaptar el uso del combustible ensayado. Por ejemplo, el usuario puede utilizar un algoritmo en el sistema de control del motor que cambiaría la cantidad de turbulencia (o relación de torbellino) en las condiciones de carga más bajas, lo que puede reducir el retraso de ignición en las condiciones de carga más bajas. Tal como se ha descrito con anterioridad, se deberá entender que un usuario puede ensayar un combustible en particular en una cantidad de motores simulados en lugar de en un motor de combustión real. Por ejemplo, los datos del gráfico de ejes múltiples se pueden incorporar a un sistema de simulación de motor (por ejemplo, sistema informático de simulación de motor GT-Power, sistema informático de simulación y modelado CFD (dinámica de fluidos computacional), módulos de simulación de Matlab y otros sistemas de simulación implementados en un sistema informático o similar) para proporcionar retroalimentación para ciertos criterios de las características de combustión del combustible. Por tanto, los datos del gráfico de ejes múltiples pueden facilitar el diseño del motor al permitir que un diseñador simule fácilmente la combustión del combustible en particular en una cantidad de diseños simulados del motor utilizando el sistema de simulación de motor.

Se han descrito varias formas de realización de la invención. Sin embargo, se entenderá que se pueden realizar varias modificaciones sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para desarrollar una mezcla de combustible para una configuración de motor, comprendiendo dicho procedimiento:
- 5            determinar valores de por lo menos tres características de combustión del combustible a partir de un único ensayo de combustión, en el que las por lo menos tres características de combustión son la temperatura delta máxima y por lo menos dos características de combustión seleccionadas de entre el grupo constituido por el retraso de ignición, la presión delta máxima, la tasa de área de liberación de calor, el período de combustión y
- 10           el momento en el que tiene lugar la presión máxima;
- asociar los valores determinados con el combustible; y
- utilizar los valores determinados para desarrollar la mezcla de combustible para una configuración de motor.
- 15           2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la utilización de los valores determinados para desarrollar la mezcla de combustible para una configuración de motor comprende evaluar un informe de salida que identifica el combustible y es indicativo de valores determinados o a escala de las por lo menos tres características de combustión.
- 20           3. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además una etapa de informar acerca de las características de combustión del combustible que incluye recibir datos indicativos de presión y temperatura en una cámara de combustión a un ritmo de muestreo predeterminado durante la combustión del combustible en la cámara de combustión.
- 25           4. Procedimiento según la reivindicación 3, comprendiendo además dicha etapa de informar generar un informe de salida indicativo de valores determinados o a escala de las por lo menos tres características de combustión, incluyendo el informe de salida los valores determinados o a escala de las por lo menos tres características de combustión que se muestran en un gráfico de ejes múltiples, presentando dicho gráfico de ejes múltiples un eje para cada una de las por lo menos tres características de combustión.
- 30           5. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además informar de las características de combustión del combustible, incluyendo recibir datos indicativos de presión y temperatura en la cámara de combustión antes y, opcionalmente también, durante la combustión del combustible en la cámara de combustión.
- 35           6. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que por lo menos uno de los valores de las características de combustión se determina automáticamente mediante un sistema informático.
- 40           7. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que los valores para las por lo menos tres características de combustión se determinan en base a por lo menos parcialmente datos indicativos de presión, temperatura, o ambos en una cámara de combustión, medidos al ritmo de muestreo predeterminado durante la combustión del combustible en la cámara de combustión, siendo el ritmo de muestreo predeterminado opcionalmente de 0,2 ms o menos.
- 45           8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1, 4 o 5, en el que los datos indicativos de presión en una cámara de combustión durante la combustión del combustible se reciben de por lo menos un detector de presión dinámica a un ritmo de muestreo de 0,2 ms o menos.
- 50           9. Procedimiento según las reivindicaciones 3 o 4, en el que el informe de salida incluye los valores determinados o a escala de las por lo menos tres características de combustión que se muestran en un gráfico de ejes múltiples, presentando dicho gráfico de ejes múltiples un eje para cada una de las por lo menos tres características de combustión, incluyendo el informe de salida opcionalmente una lista de los valores determinados de las por lo menos tres características de combustión, mostrándose la lista al mismo tiempo que el gráfico de ejes múltiples.
- 55           10. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que el informe de salida incluye un gráfico lineal de presión indicativo de la presión en la cámara de combustión antes y durante la combustión del combustible, mostrándose dicho gráfico lineal de presión al mismo tiempo que el gráfico de ejes múltiples.
- 60           11. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el combustible comprende un primer combustible y en el que la determinación de valores para la pluralidad de características de combustión asociadas con el combustible comprende iniciar un sistema informático para determinar valores para la pluralidad de características de combustión asociadas con el primer combustible, comprendiendo dicho procedimiento además:
- 65           provocar la inyección del primer combustible en una cámara de combustión de modo que se queme el primer combustible, incluyendo la cámara de combustión uno o más detectores acoplados eléctricamente al sistema



informático; y

5 mostrar un informe de salida generado por el sistema informático indicativo de valores determinados o a escala de las por lo menos tres características de combustión, incluyendo dicho informe de salida un gráfico de ejes múltiples que presenta un eje para cada una de las por lo menos tres características de combustión.

10 12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pluralidad de características de combustión incluye por lo menos el grupo de características que consiste en el retraso de ignición, la presión delta máxima, la temperatura delta máxima, la tasa de área de liberación de calor, el período de combustión y el momento en que tiene lugar la presión máxima.

15 13. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que por lo menos uno de los valores de las características de combustión se determina automáticamente en base a los datos recibidos de uno o más detectores durante la combustión del primer combustible, siendo dichos datos indicativos de la presión y la temperatura en la cámara de combustión.

20 14. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que el informe de salida indica al mismo tiempo los primeros valores de las características de combustión asociadas con el primer combustible y los segundos valores de las características de combustión asociadas con un segundo combustible, mostrándose opcionalmente los primeros valores y los segundos valores al mismo tiempo en el gráfico de ejes múltiples.

15. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procedimiento es un procedimiento implementado por ordenador.

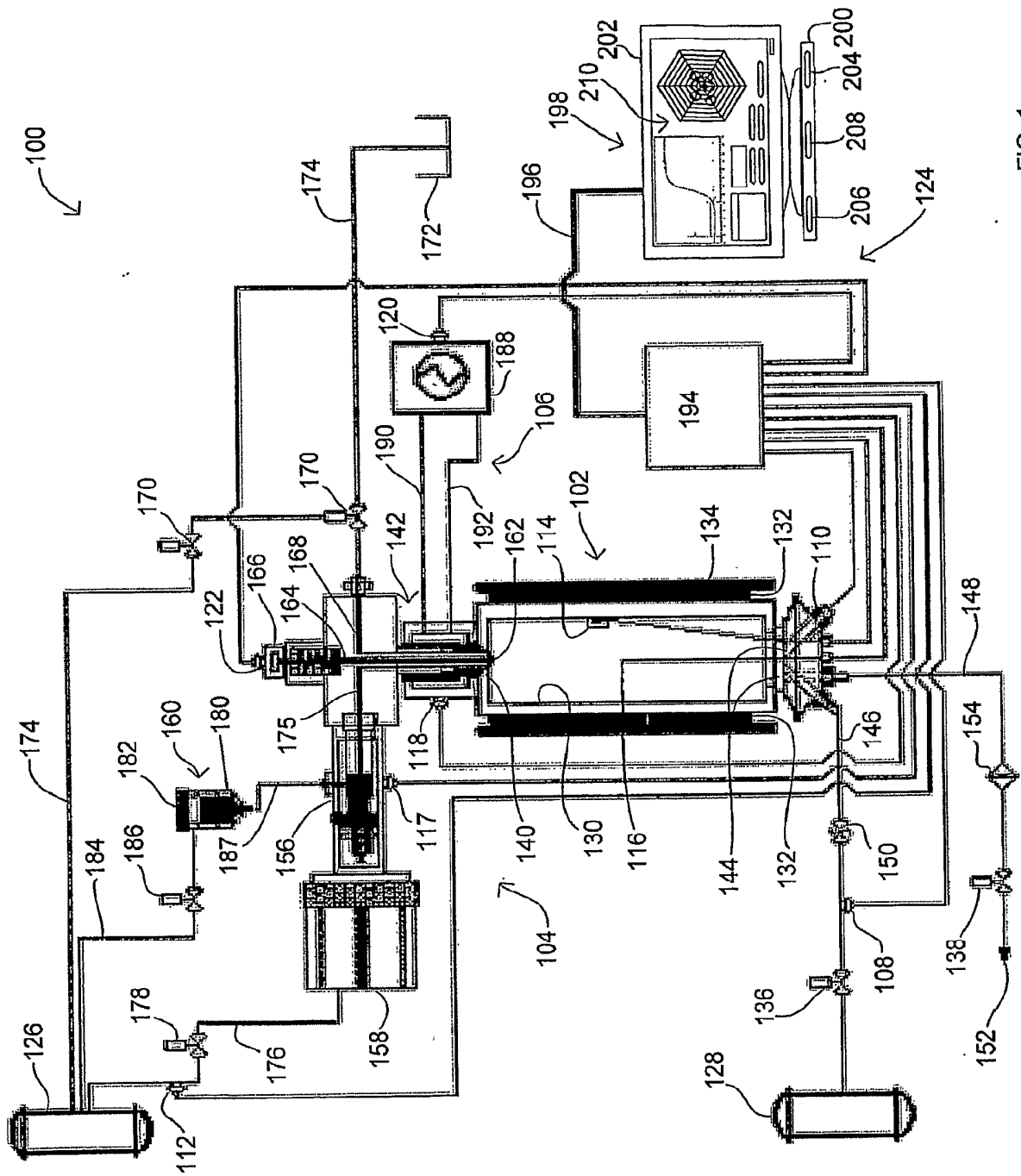


FIG. 1

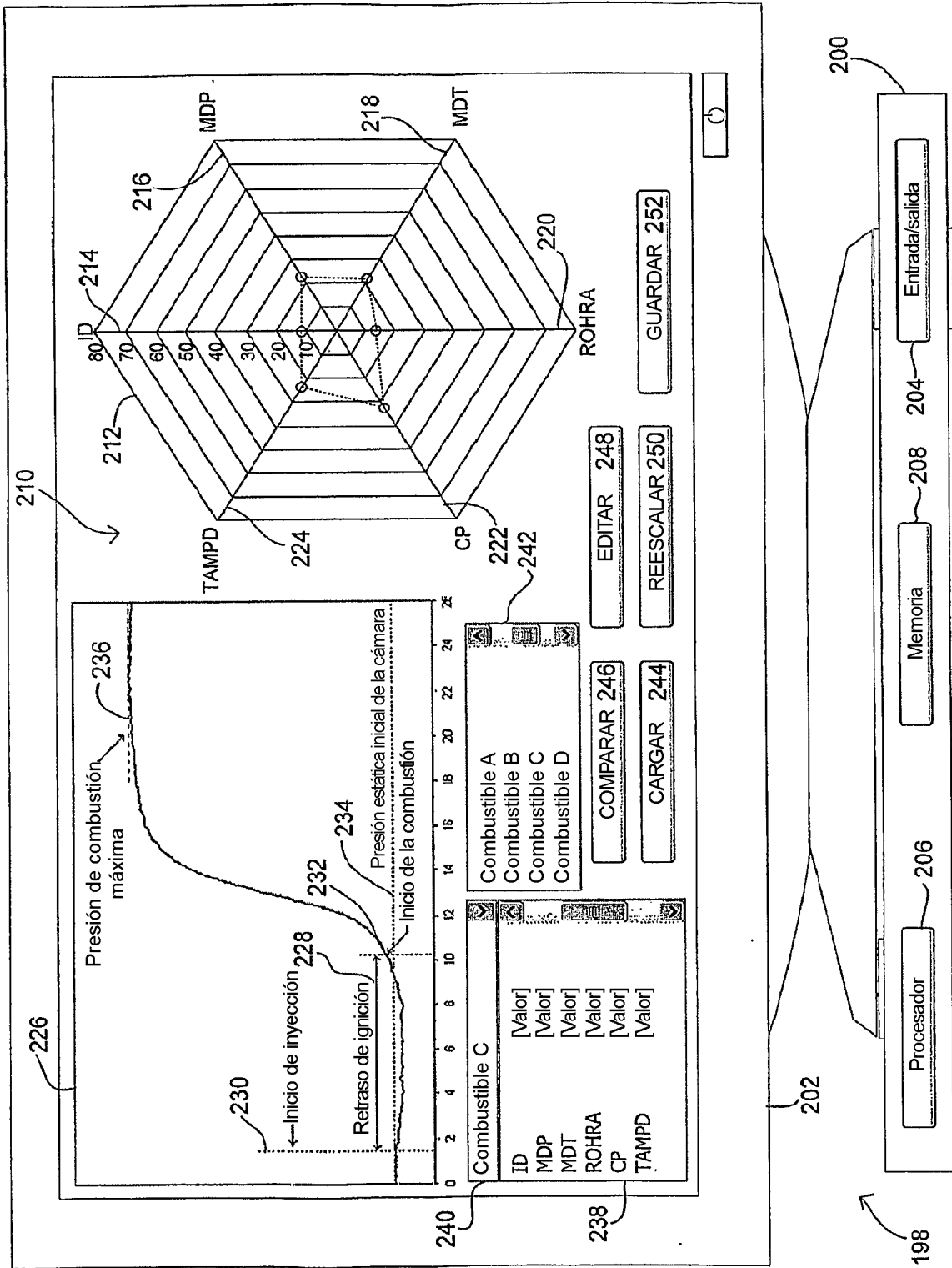


FIG. 2

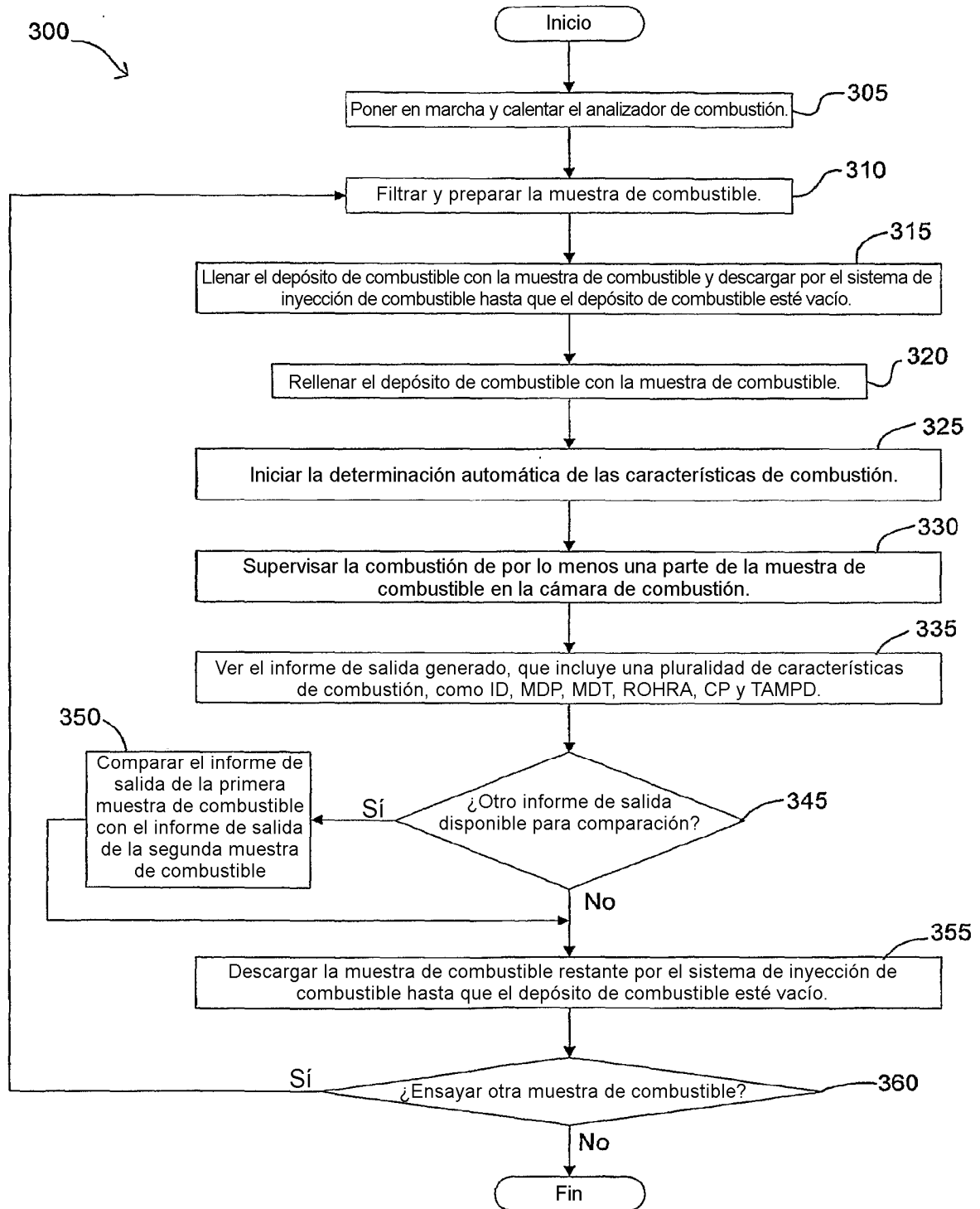


FIG. 3A

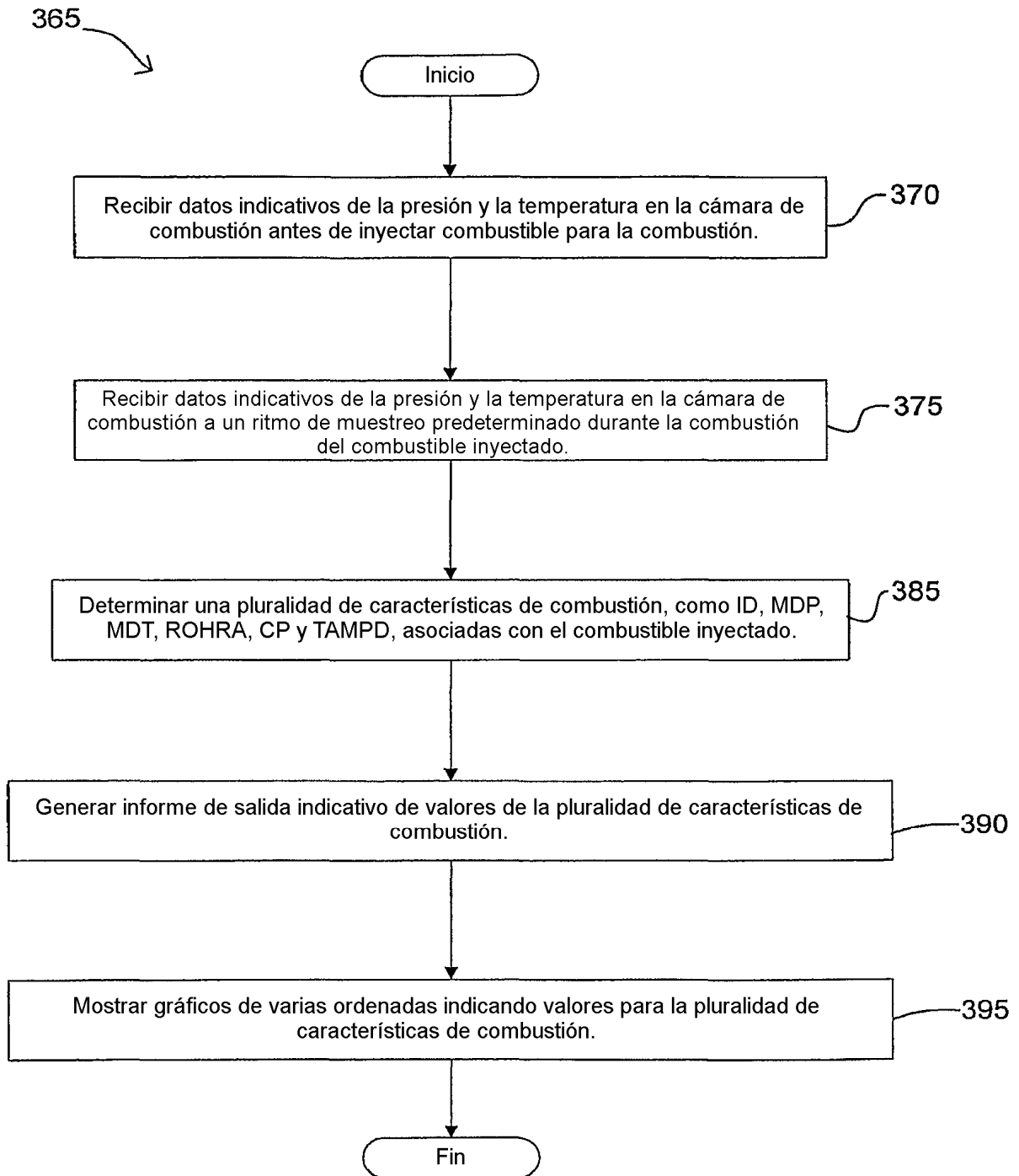


FIG. 3B

400

Abreviatura	Unidad de medida	Valor combustible A	Valor combustible B	Valor combustible C	Valor combustible 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 a escala	15,60 valor a escala	57,50 valor a escala	10,80 valor a escala	

405 435 445 450 455 460 440

FIG. 4

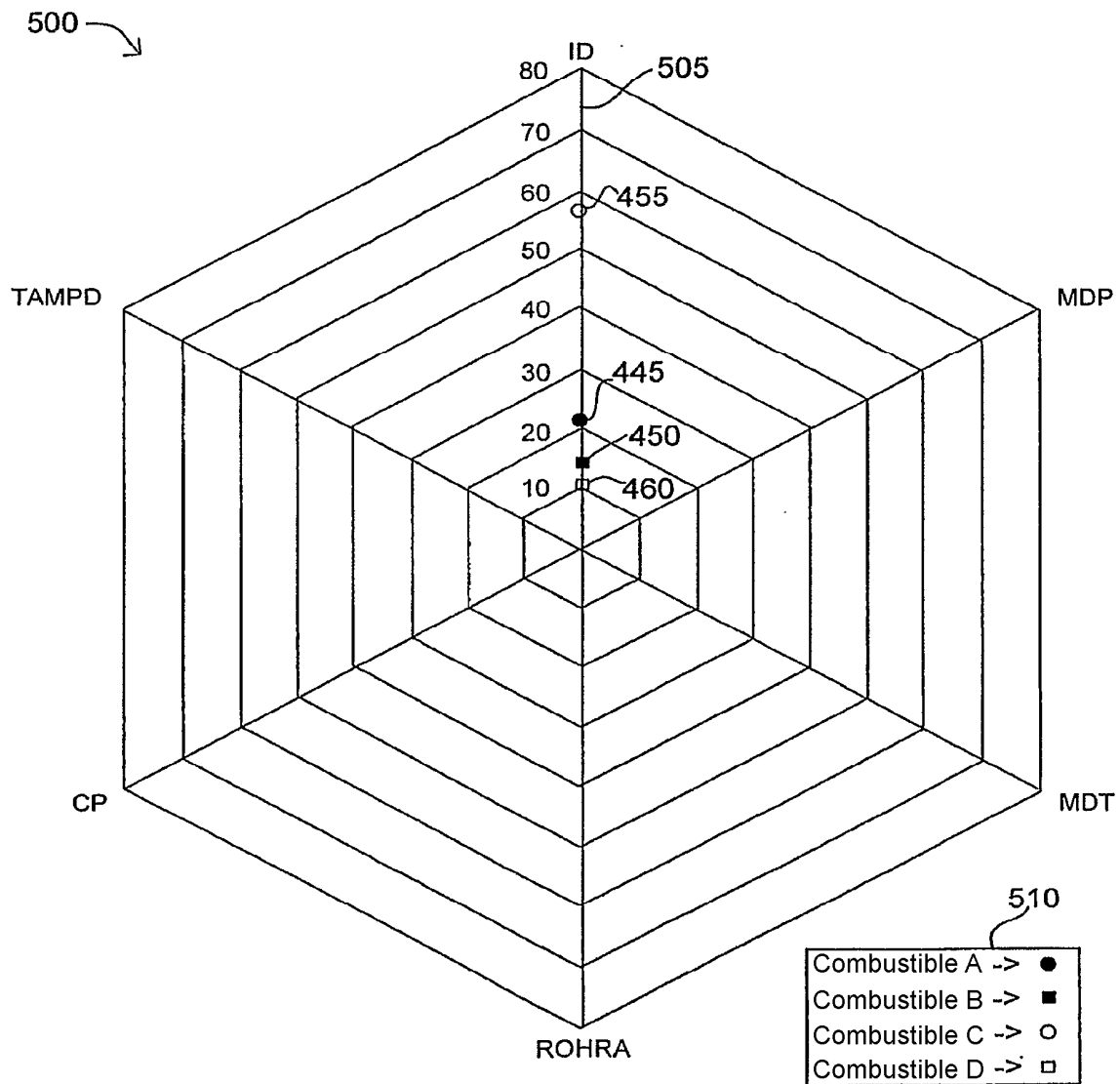


FIG. 5

600

Abreviatura	Unidad de medida	Valor combustible A	Valor combustible B	Valor combustible C	Valor combustible D	Escala 0 -100
MDP	Bar	9,75 bar	11,45 bar	22 bar	30 bar	0 bar = 0 40 bar = 100
		24,38 valor a escala	28,63 valor a escala	55,00 valor a escala	75,00 valor a escala	

605 635 645 650 655 660 640

FIG. 6

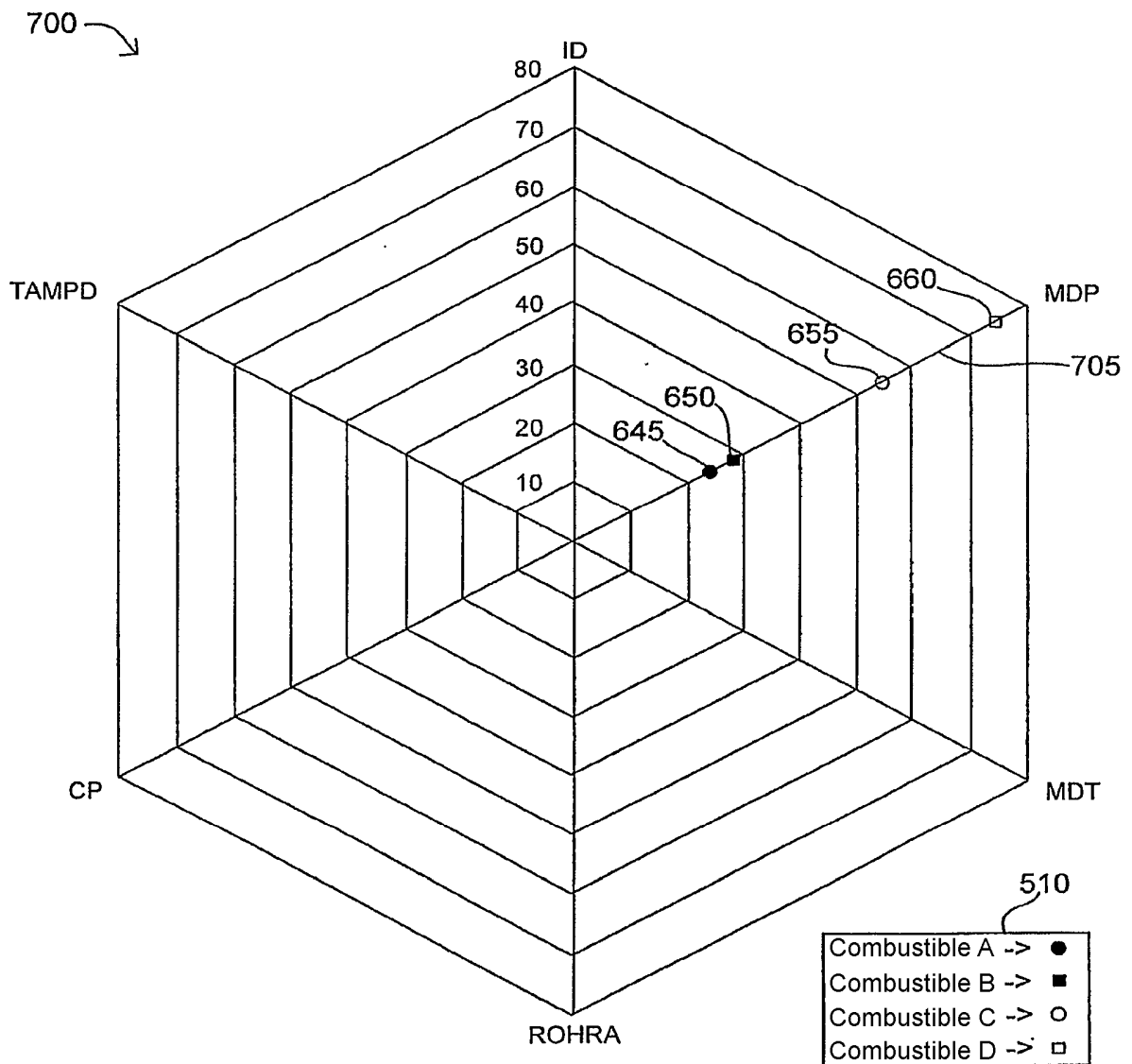


FIG. 7

800

Abreviatura	Unidad de medida	Valor combustible A	Valor combustible B	Valor combustible C	Valor combustible D	Escala 0 -100
MDT	Grados C	11 °C	9 °C	21 °C	39 °C	0 °C = 0 50 °C = 100
		22,00 valor a escala	18,00 valor a escala	42,00 valor a escala	78,00 valor a escala	

805 835 845 850 855 860 840

FIG. 8

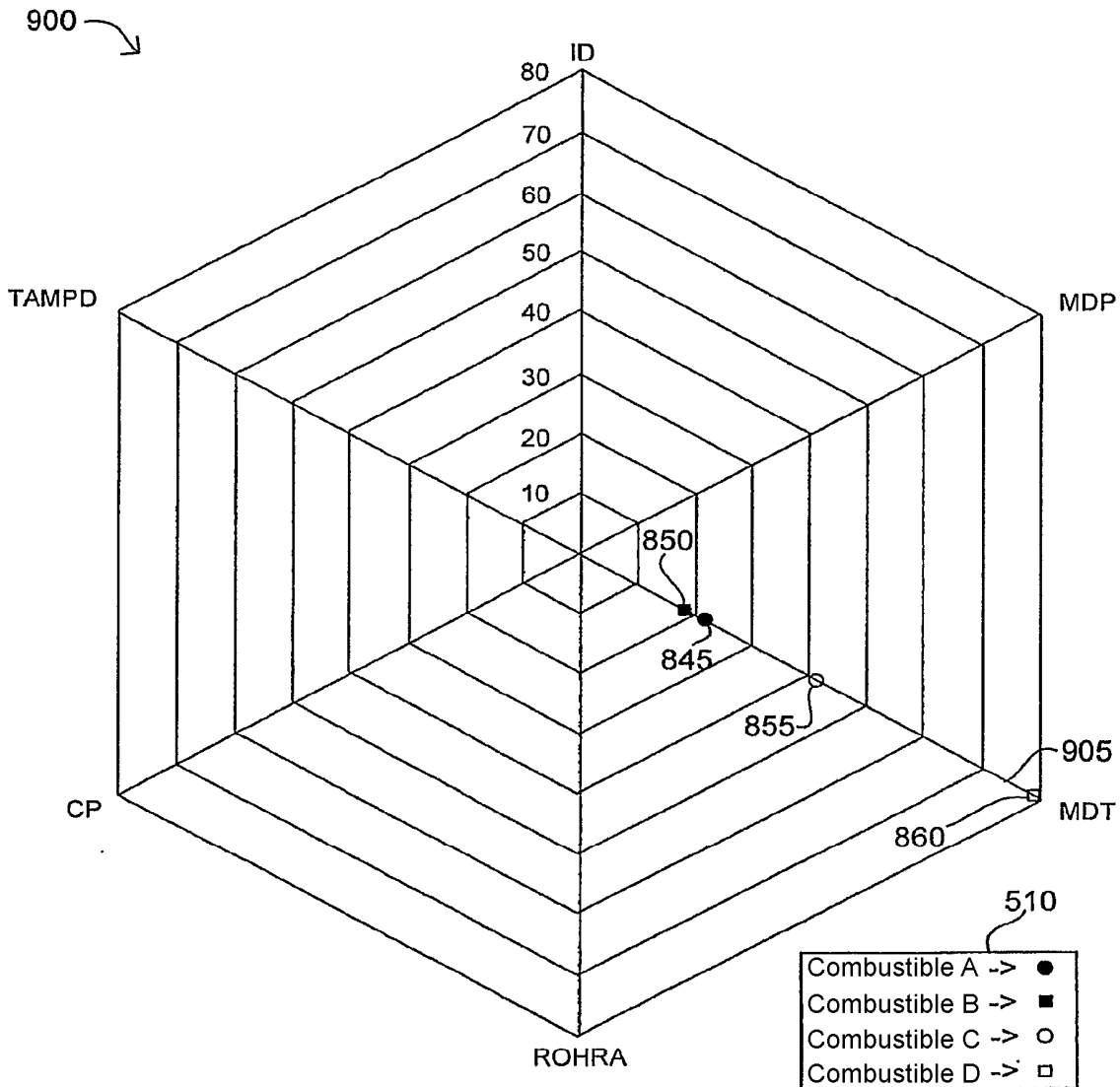


FIG. 9



1000

Abreviatura	Unidad de medida	Valor combustible A	Valor combustible B	Valor combustible C	Valor combustible D	Escala 0-100
ROHRA	Bar / ms <sup>2</sup>	45 Bar / ms <sup>2</sup>	38 Bar / ms <sup>2</sup>	15 Bar / ms <sup>2</sup>	75 Bar / ms <sup>2</sup>	0 Bar / ms <sup>2</sup> = 0 100 Bar / ms <sup>2</sup> = 100
		45 valor a escala	38 valor a escala	16 valor a escala	75 valor a escala	

1005 1035 1045 1050 1055 1060 1040

FIG. 10

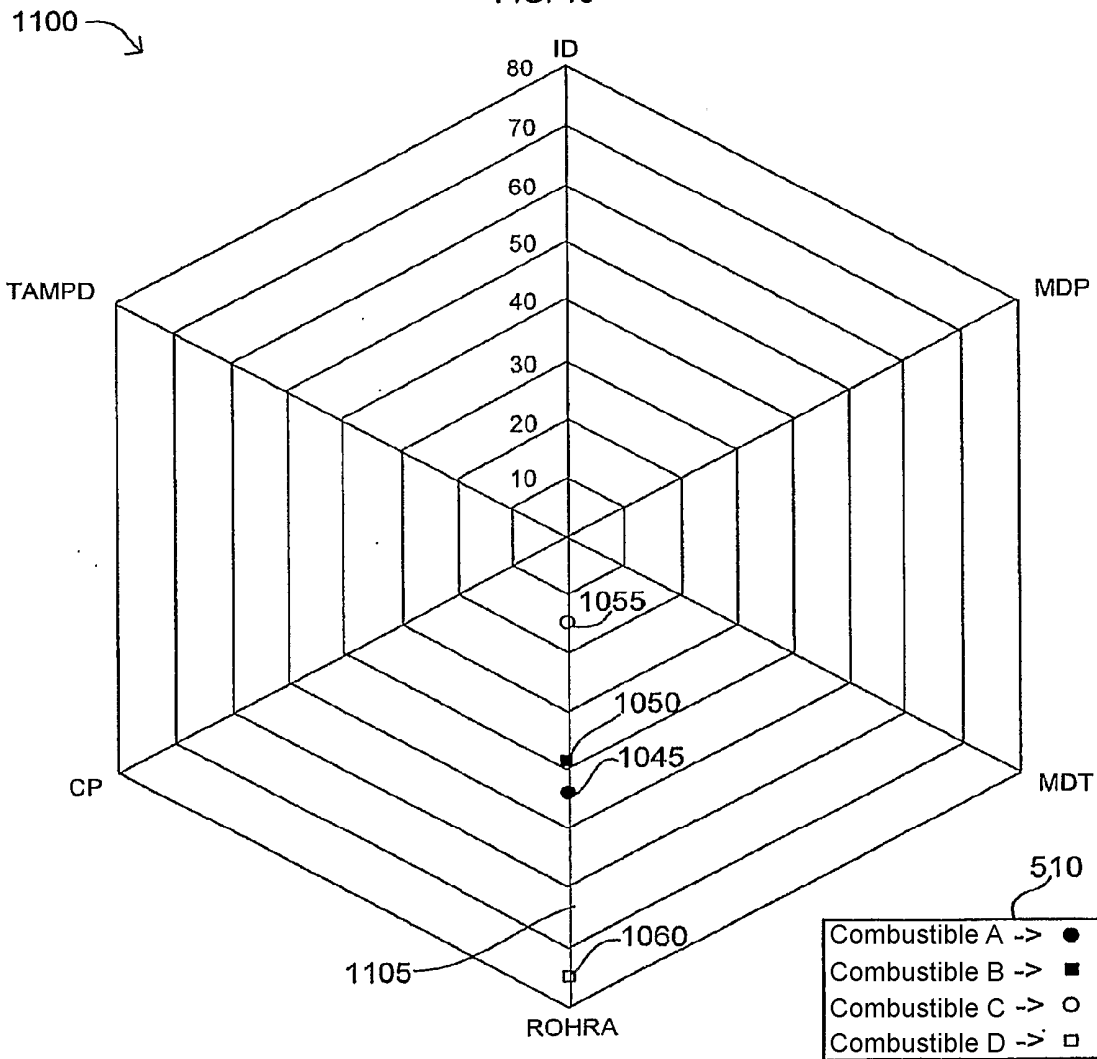


FIG. 11

1200

Abreviatura	Unidad de medida	Valor combustible A	Valor combustible B	Valor combustible C	Valor combustible D	Escala 0-100
CP	Milisegundos	15 ms	9 ms	33 ms	4 ms	0 ms = 0 50 ms = 100
		30 valor a escala	18 valor a escala	66 valor a escala	8 valor a escala	

1205 1235 1245 1250 1255 1260 1240

FIG. 12

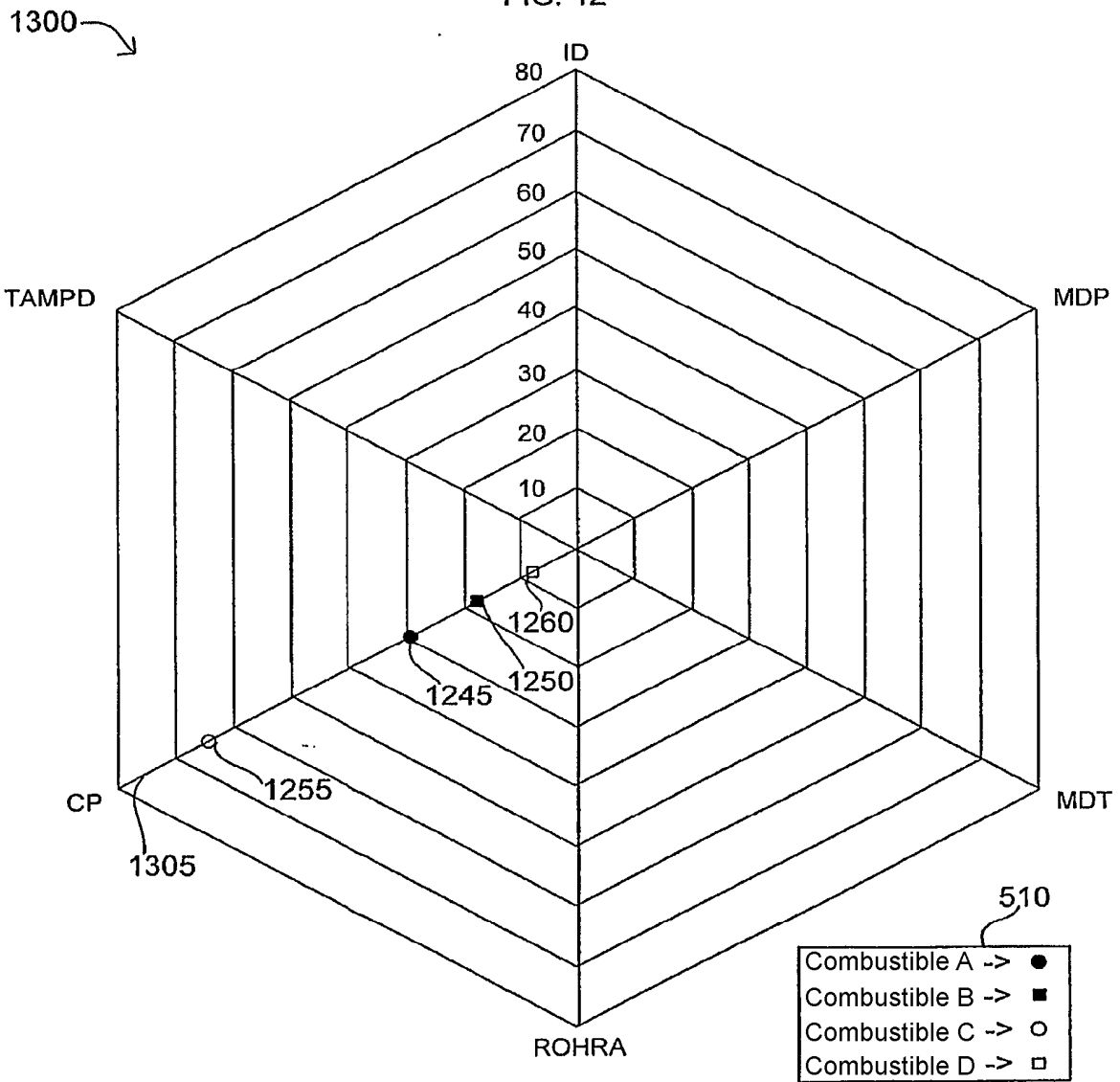


FIG. 13

1400

Abreviatura	Unidad de medida	Valor combustible A	Valor combustible B	Valor combustible C	Valor combustible D	Escala 0-100
TAMPD	Milisegundos	5 ms	8 ms	24 ms	2,16 ms	20 ms = 0 0,5 ms = 100
		10 valor a escala	16 valor a escala	48 valor a escala	4,32 valor a escala	

410 415 420 425

1405 1435 1445 1450 1455 1460 1440

FIG. 14

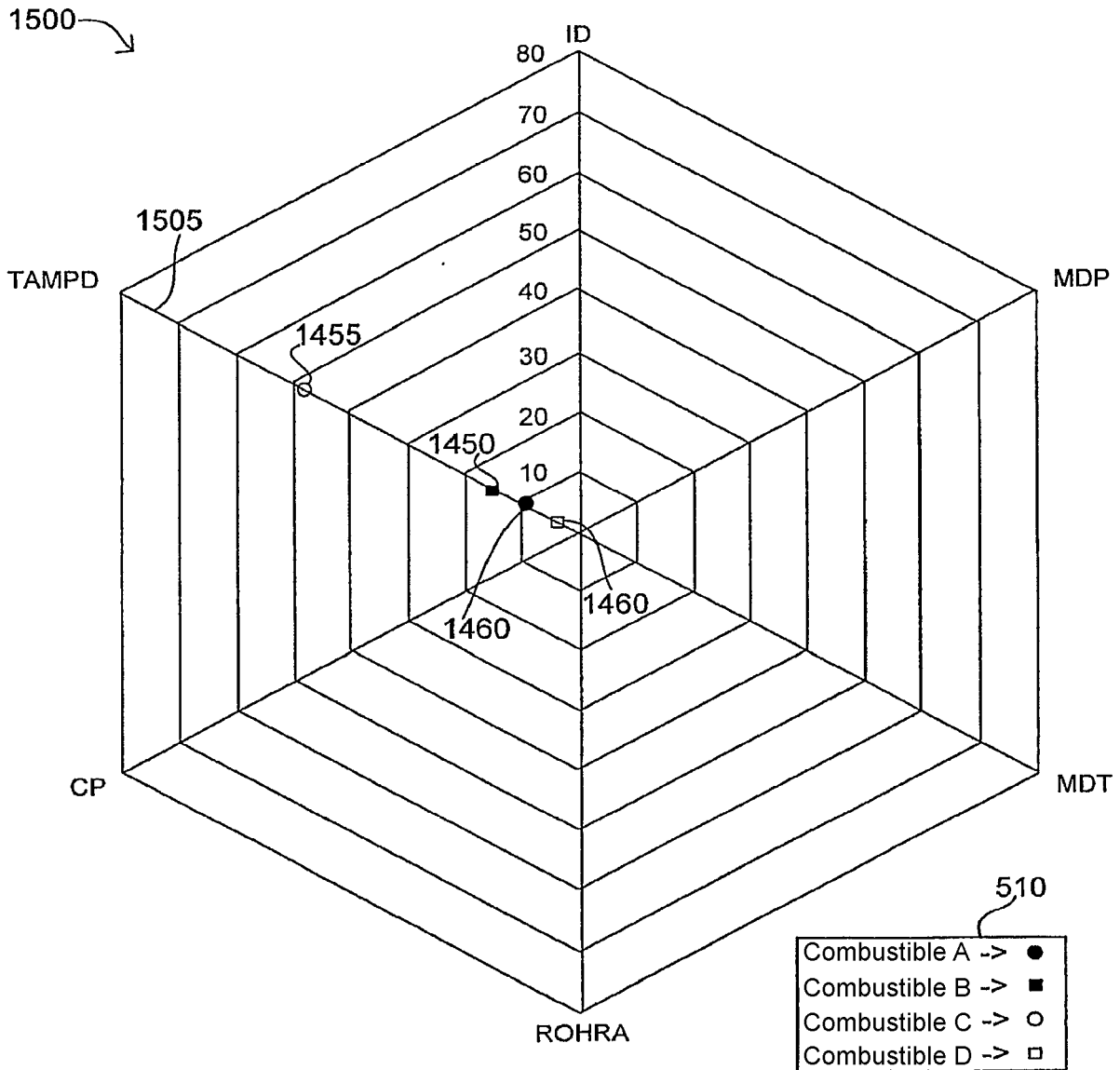


FIG. 15

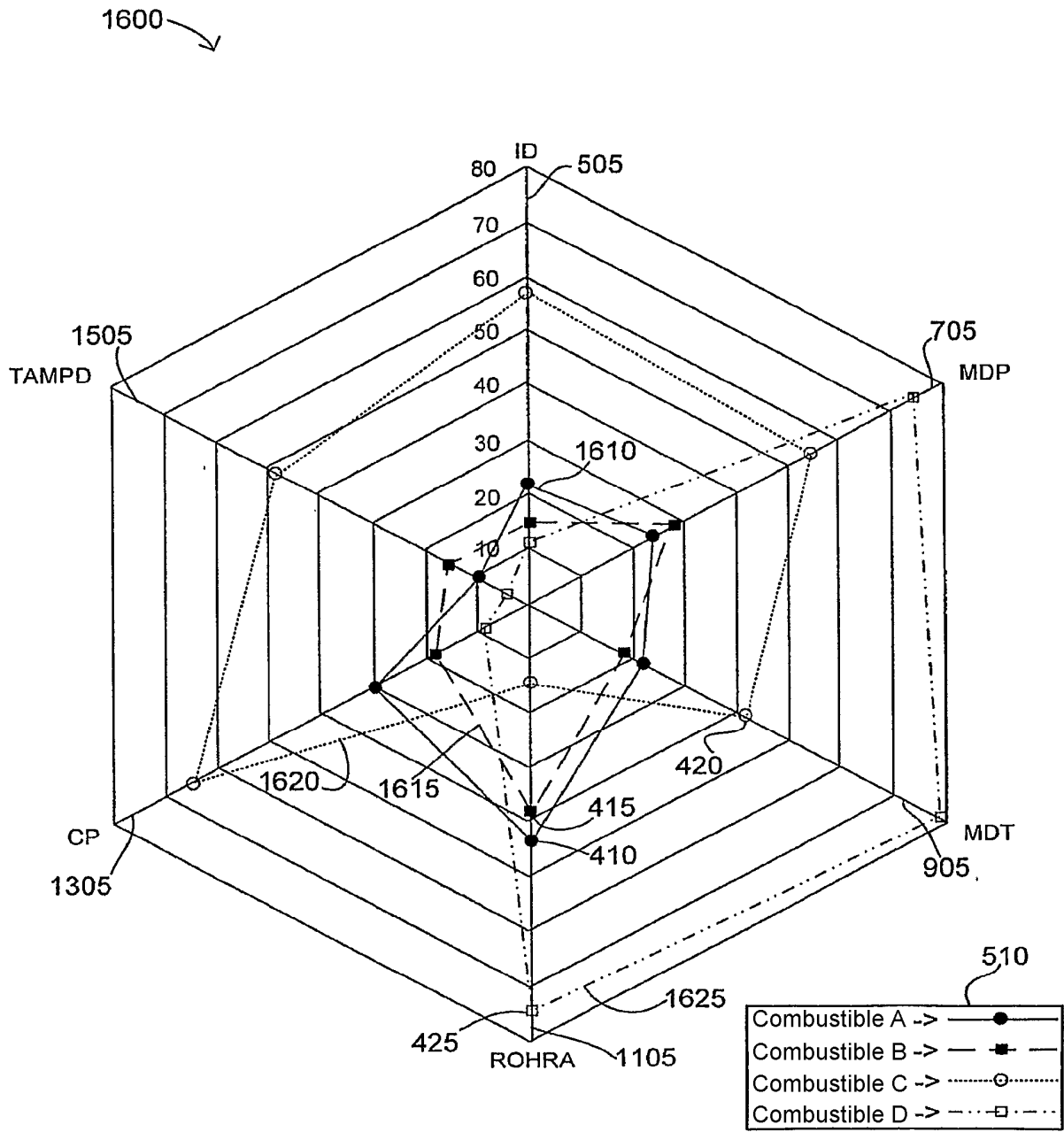


FIG. 16