

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 815 825**

51 Int. Cl.:

**F02D 19/08** (2006.01)

**F02D 41/00** (2006.01)

**F02D 41/24** (2006.01)

**F02D 41/28** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.11.2016 PCT/EP2016/078736**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2017 WO17108322**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.11.2016 E 16800995 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3394412**

54 Título: **Procedimiento para determinar la composición del combustible utilizado para el funcionamiento de un motor de combustión interna**

30 Prioridad:

**21.12.2015 DE 102015226138**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.03.2021**

73 Titular/es:

**VITESCO TECHNOLOGIES GMBH (100.0%)  
Vahrenwalder Straße 9  
30165 Hannover, DE**

72 Inventor/es:

**BRAUN, TOBIAS;  
HAFT, GERHARD y  
LIST, RAINER**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 815 825 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

Procedimiento para determinar la composición del combustible utilizado para el funcionamiento de un motor de combustión interna

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para determinar la composición del combustible utilizado para el funcionamiento de un motor de combustión interna a partir de la señal de presión del tubo de admisión durante el funcionamiento del motor de combustión interna.

10 Motores de combustión interna de pistón, que a este respecto y en lo que sigue se denominan también solo motores de combustión interna, presentan uno o varios cilindros en los que en cada caso está dispuesto un pistón. Para la explicación del principio de un motor de combustión interna de pistón alternativo se hace referencia en lo que sigue a la Figura 1 que representa, a modo de ejemplo, un cilindro de un motor de combustión interna, eventualmente también de múltiples cilindros, con las unidades funcionales más importantes.

15 El pistón 6 respectivo está dispuesto de forma linealmente móvil en el cilindro 2 respectivo y junto con el cilindro 2 encierra una cámara de combustión 3. El pistón 6 respectivo está unido a través de una denominada biela 7 con un muñón 8 respectivo de un cigüeñal 9, estando dispuesto el muñón 8 excéntricamente con respecto al eje de giro 9a del cigüeñal. Mediante la combustión de una mezcla de combustible-aire en la cámara de combustión 3, el pistón 6 es accionado linealmente "hacia abajo". El movimiento de ascensión traslatorio del pistón 6 es transmitido, mediante la biela 7 y el muñón 8, al cigüeñal 9 y es convertido en un movimiento de rotación del cigüeñal 9 que mueve al pistón 6, en virtud de su inercia de la masa, después de superar un punto muerto inferior en el cilindro 2, de nuevo en la dirección opuesta "hacia arriba" hasta un punto muerto superior. Con el fin de posibilitar un funcionamiento continuo del motor de combustión interna 1 durante un denominado ciclo de trabajo de un cilindro 2, se debe cargar primeramente la cámara de combustión 3 con la mezcla de combustible-aire, la mezcla de combustible-aire se comprime en la cámara de combustión 3, luego se enciende (en el caso de un motor de combustión interna de gasolina mediante la bujía y en el caso de un motor de combustión diésel mediante autoencendido) y se quema para el accionamiento del pistón 6 y, finalmente, el gas de escape que permanece después de la combustión es expulsado de la cámara de combustión 3. Mediante la repetición continua de esta secuencia resulta un funcionamiento continuo del motor de combustión interna 1 bajo la entrega de un trabajo proporcional a la energía de combustión.

En función del concepto de motor, un ciclo de trabajo del cilindro 2 está estructurado en dos tiempos repartidos a lo largo de una rotación del cigüeñal (360°) (motor de dos tiempos) o en cuatro tiempos repartidos a lo largo de dos rotaciones del cigüeñal (720°) (motor de cuatro tiempos).

30 Como accionamiento para vehículos automóviles se ha impuesto hasta hoy en día el motor de cuatro tiempos. En una carrera de aspiración, en el caso del movimiento descendente del pistón 6, se incorpora en la cámara de combustión 3 mezcla de combustible-aire 21 (en el caso de la inyección del tubo de admisión mediante la válvula de inyección 5a, representada con líneas discontinuas en la Fig. 1 como alternativa) o también solo aire fresco (en el caso de la inyección directa de combustible mediante la válvula de inyección 5) de la carrera de aspiración 20. En el siguiente paso de compresión, en el caso del movimiento ascendente del pistón 6, la mezcla de combustible-aire o el aire fresco es comprimido en la cámara de combustión 3 así como, eventualmente, se inyecta por separado combustible mediante una válvula de inyección 5. En el ciclo de trabajo siguiente se quema la mezcla de combustible-aire, por ejemplo en el caso de un motor de combustión interna de gasolina se enciende mediante una bujía 4 y, en el caso del movimiento descendente del pistón 6, se alivia bajo la entrega de trabajo. Finalmente, en un ciclo de extensión, en el caso de un movimiento ascendente renovado del pistón 6, el gas de escape 31 remanente es expulsado de la cámara de combustión 3 al conducto de gas de escape 30.

45 La delimitación de la cámara de combustión 3 al conducto de admisión 20 o al conducto de admisión 30 del motor de combustión interna 1 tiene lugar, por norma general y, en particular en el caso del ejemplo aquí expuesto, a través de válvulas de entrada 22 y válvulas de salida 32. El control de estas válvulas tiene lugar, según el estado actual de la técnica, a través de al menos un árbol de levas. El ejemplo mostrado dispone de un árbol de levas de entrada 23 para el accionamiento de las válvulas de entrada 22 y de un árbol de levas de salida 33 para el accionamiento de las válvulas de salida 32. Entre las válvulas y árbol de levas respectivo están presentes, la mayoría de las veces, además, otras piezas componentes mecánicas, no representadas aquí, para la transmisión de la fuerza, que también pueden contener una compensación de la holgura de la válvula (p. ej., taqués, palancas basculantes, bielas de arrastre, varillas de empuje, taqués hidráulicos, etc.).

El accionamiento del árbol de levas de entrada 23 y del árbol de levas de salida 33 tiene lugar a través del propio motor de combustión interna 1. Para ello, el árbol de levas de entrada 23 y el árbol de levas de salida 33 se acoplan, en cada caso a través de adaptadores de control 24 del árbol de levas de entrada y adaptadores de control 34 del árbol de levas de salida adecuados, tales como, por ejemplo, ruedas dentadas, ruedas de cadena o poleas con ayuda

de un mecanismo de distribución 40 que presenta, por ejemplo, un engranaje, una cadena de distribución o una cadena dentada de distribución, en posición predeterminada entre sí y con respecto al cigüeñal 9 a través de un correspondiente adaptador de distribución 10 del cigüeñal 9, el cual está configurado de manera correspondiente como rueda dentada, rueda de cadena o rueda de correa. Mediante esta unión se definen en principio la posición de giro del árbol de levas de entrada 23 y del árbol de levas de salida 33 con relación a la posición de giro del cigüeñal 9. En la Figura 1 se representa a modo de ejemplo al acoplamiento entre el árbol de levas de entrada 23 y el árbol de levas de salida 33 y el cigüeñal 9 mediante poleas de transmisión y correas dentadas de admisión.

El ángulo de giro del cigüeñal recorrido a lo largo de un ciclo de trabajo se denomina en lo que sigue fase de trabajo o simplemente solo fase. Un ángulo de giro del cigüeñal recorrido dentro de una fase de trabajo se denomina de manera correspondiente ángulo de fase. El ángulo de fase del cigüeñal actual en cada caso del cigüeñal 9 puede determinarse de manera continua mediante un indicador de la posición 43 unido con el cigüeñal 9 o el adaptador de admisión 10 del cigüeñal y un sensor de posición 41 del cigüeñal asociado. En este caso, el emisor de posición 43 puede estar realizado, por ejemplo, como rueda dentada con una pluralidad de dientes dispuestos de manera distribuida de forma equidistante a lo largo de la periferia, determinando el número de los distintos dientes la resolución de la señal del ángulo de fase del cigüeñal.

Asimismo, eventualmente de manera adicional pueden determinarse de manera continua los ángulos de fase actuales del árbol de levas de entrada 23 y el árbol de levas de salida 33 mediante indicadores de la posición 43 correspondientes y sensores 42 de la posición del árbol de levas asociado.

Dado que el muñón 8 respectivo y con él el pistón 6, el árbol de levas de entrada 23 y con él la válvula de entrada 22 respectiva, así como el árbol de levas de salida 33 y con él la válvula de salida 32 respectiva pueden moverse mediante el acoplamiento mecánico predeterminado en relación predeterminada entre sí y en función de la rotación del cigüeñal, estos componentes funcionales discurren de forma sincrónica con respecto al cigüeñal por la respectiva fase de trabajo. Las posiciones de rotación y las posiciones de elevación respectivas del pistón 6, de las válvulas de entrada 22 y de las válvulas de salida 32 pueden relacionarse de esta forma, teniendo en cuenta las relaciones de transmisión respectivas, al ángulo de fase del cigüeñal 9 predeterminado mediante el sensor de posición 41 del cigüeñal. En el caso de un motor de combustión interna ideal pueden asociarse, por consiguiente, a todo ángulo de fase del cigüeñal determinado un ángulo del muñón determinado, una carrera del pistón determinada, un ángulo del árbol de levas de entrada determinado y, por consiguiente, una determinada elevación de la válvula de entrada, así como un determinado ángulo del árbol de levas de salida y, por consiguiente, una determinada elevación del árbol de levas de salida. Esto significa que todos los componentes mencionados se encuentran o bien se mueven en fase con el cigüeñal 9 giratorio.

En el caso de motores de combustión interna 1 modernos, dentro del tramo de acoplamiento mecánico entre el cigüeñal 9 y el árbol de levas de entrada 23, así como el árbol de levas de salida 33 pueden estar presentes, sin embargo, miembros de ajuste adicionales, por ejemplo integrados en el adaptador 24 del árbol de levas de entrada y el adaptador 34 del árbol de levas de salida que determinan un desplazamiento de fases controlable deseado entre el cigüeñal 9 y el árbol de levas de entrada 23, así como el árbol de levas de salida 33. Estos se conocen como los denominados ajustadores de fase en el caso de los denominados accionamientos de válvula variable.

Para un funcionamiento óptimo del motor de combustión interna (en relación con las emisiones, el consumo, la potencia, la suavidad de marcha, etc.), la carga de gas reciente aspirada durante el ciclo de admisión debería ser conocida lo mejor posible y la cantidad de combustible asignada debería estar establecida con la mayor precisión posible, con el fin de poder garantizar, por ejemplo, un funcionamiento con  $\lambda = 1$ , es decir, en el caso de la cantidad mínima de oxígeno requerida para la combustión completa del combustible a asignar.

La carga de gas reciente aspirada depende de diferentes factores, tales como, por ejemplo, de las particularidades constructivas del motor de combustión interna, del punto de funcionamiento actual, así como de los ajustes actuales de diferentes dispositivos de ajuste, tales como, por ejemplo, una válvula de mariposa. Estado de la técnica para la determinación de gas fresco son la medición de un denominado motor de combustión interna de referencia en todos los estados de funcionamiento que se manifiesten (número de revoluciones, carga, control de todos los accionadores, diferentes carreras de la válvula, control de válvulas, control de los ajustadores de fase para la válvula de entrada y de salida, turbo-sobrealimentador del gas de escape, compresor, etc.) y el almacenamiento de estos valores de medición (o bien derivados de los mismos o suplementos de modelo que reproducen el comportamiento) en campos característicos correspondientes al aparato de control del motor de un motor de combustión interna en serie correspondiente. Todos los motores de combustión interna de la misma estructura, producidos en serie, de la misma serie de fabricación son hechos funcionar con este conjunto de datos de referencia generado. En una primera aproximación puede suponerse como conocida, por consiguiente, la carga de gas fresco.

La cantidad de combustible correspondiente, a asignar, en particular a inyectar, se calcula entonces conforme a la relación aire-combustible (relación A/F) del combustible respectivo dependiente del tipo de combustible o bien de la calidad del combustible o de la composición del combustible.

5 En función del combustible utilizado resultan, por lo tanto, diferencias. Así, por ejemplo, en el caso de combustibles mixtos a base de gasolina súper y etanol se presentan las siguientes relaciones de aire-combustible:

	100% en vol. de gasolina súper	0% en vol. de etanol (E0) →	14,5
	75% en vol. de gasolina súper	25% en vol. de etanol (E25) →	13,1
	50% en vol. de gasolina súper	50% en vol. de etanol (E50) →	11,8
	25% en vol. de gasolina súper	75% en vol. de etanol (E75) →	10,4
10	0% en vol. de gasolina súper	100% en vol. de etanol (E100) →	9,0

La proporción de etanol se indica en la designación del combustible mixto en cada caso en porcentaje en volumen, es decir, el combustible mixto E25 se compone, según ello, de 75 % en vol. de gasolina súper y 25 % en vol. de etanol.

15 Para un funcionamiento óptimo del motor de combustión interna con relación al consumo, la suavidad de marcha y las emisiones debe conocerse, por consiguiente, también la composición del combustible utilizado en el funcionamiento actual respectivo, ya que, de lo contrario, pudieran resultar cantidades de combustible erróneamente asignadas. Además de ello, diferentes combustibles o composiciones de combustibles pueden presentar diferentes propiedades tales como, por ejemplo, diferentes resistencias a la detonación. Esto puede ser necesario para la optimización del funcionamiento de otras adaptaciones, tales como, por ejemplo, del momento de inyección o del momento de encendido.

20 Dado que los combustibles no siempre se encuentran a disposición eventualmente en la misma calidad o bien composición, pueden manifestarse aquí diferencias de un repostaje a otro que influyen negativamente sobre el funcionamiento del motor de combustión interna.

Por este motivo, del estado de la técnica se conocen ya diversos procedimientos y dispositivos que tienen como objetivo la determinación de la composición del combustible o bien de la calidad del combustible.

25 Así, por ejemplo en el documento DE 10 2009 031 159 B3 se da a conocer un procedimiento y un dispositivo para determinar una calidad del combustible, en particular una composición de mezcla de un combustible. El procedimiento se basa en la determinación de un parámetro eléctrico del combustible por medio de un motor eléctrico que presenta un estator y un rotor, determinándose en una hendidura entre el rotor y el estator un parámetro eléctrico del combustible que se encuentre en su interior, que es una medida para la calidad del combustible.

30 También a partir del documento DE 10 2009 017 207 B4 se conoce, por ejemplo, un procedimiento para la detección de la calidad del combustible, en el que por medio de un módulo de cálculo de la calidad del combustible se calcula un valor de la calidad del combustible sobre la base de un momento de giro del motor y de una variación del número de revoluciones del motor que se mide a lo largo de un primer intervalo de tiempo.

35 Además, también el documento DE 10 2011 077 404 B4 da a conocer un procedimiento para la determinación del tipo de combustible que se basa en una aportación muy precisa de una cantidad de transporte diferencial de combustible en un acumulador de alta presión de combustible. A partir de la curva de aumento de presión correspondiente se determina una curva del valor de medición que se compara con curvas de valores comparativos almacenadas en un dispositivo de control correspondiente para diferentes calidades de combustible. En el caso de una coincidencia suficiente de la curva del valor de medición con una curva del valor comparativo se determina la calidad del combustible asociada.

40 Otro ejemplo de un procedimiento para la determinación de la composición de combustible se da a conocer en el documento WO 2014/154227 A1.

Los procedimientos conocidos requieren a menudo sensores adicionales o, en virtud de influencias del entorno difíciles de determinar, son complicados de llevar a cabo y, como resultado, insatisfactorios.

45 Por lo tanto, la misión consiste en posibilitar, en la medida de lo posible y sin una disposición de sensores adicional y una complejidad técnica del dispositivo, una determinación lo más exacta posible de la calidad o bien de la composición del combustible utilizado en el funcionamiento continuo actual, con el fin de poder efectuar adaptaciones correspondientes de los parámetros de funcionamiento para la optimización del funcionamiento continuo.

Este problema se resuelve mediante el procedimiento de acuerdo con la invención para determinar la composición del combustible utilizado para el funcionamiento normal de un motor de combustión interna de acuerdo con la reivindicación principal. Perfeccionamientos y variantes de realización del procedimiento de acuerdo con la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

5 Conforme al procedimiento de acuerdo con la invención, las oscilaciones de presión dinámicas en el conducto de entrada del motor de combustión interna correspondiente, asociables a un cilindro del motor de combustión interna, se miden en un punto de funcionamiento definido en el caso de una inyección de combustible sincrónica con la admisión, en funcionamiento normal, y a partir de ello se genera una señal de oscilación de presión correspondiente. Al mismo tiempo se determina, por así decirlo como señal de referencia o de relación, una señal del ángulo de fase del cigüeñal del motor de combustión interna.

10 Un punto de funcionamiento posible sería, por ejemplo, el funcionamiento en ralentí a un número de revoluciones predeterminado. Por inyección sincrónica de admisión se entiende en este caso una inyección en un espacio de tiempo durante el cual, con la válvula de entrada abierta, se aporta gas fresco a la cámara de combustión. Esto puede tener lugar mediante la inyección del combustible en el tubo de admisión o directamente en la cámara de combustión del cilindro respectivo con una válvula de entrada abierta al mismo tiempo. El funcionamiento normal caracteriza el funcionamiento para el fin previsto del motor de combustión interna, por ejemplo en un vehículo automóvil, en donde el motor de combustión interna es un ejemplar de una serie de motores de combustión de la misma construcción. Otras denominaciones habituales para un motor de combustión interna de este tipo serían motor de combustión interna en serie o motor de combustión interna de campo.

20 A partir de la señal de oscilación de presión se determina entonces, con ayuda de la transformación de Fourier discreta, la posición en fase real de una frecuencia de señal elegida de las oscilaciones de presión medidas en relación a la señal del ángulo de fase del cigüeñal. Después, se determina entonces, sobre la base de la posición de fase real determinada, recurriendo a posiciones de fase de referencia de la misma frecuencia de señal para diferentes composiciones de combustible, la composición del combustible actualmente utilizado.

25 La invención se basa en el reconocimiento de que, bajo la premisa de una inyección de combustible sincrónica de admisión, entre la composición del combustible utilizado para el funcionamiento y la posición de fase de las oscilaciones de presión dinámicas en el conducto de entrada del motor de combustión interna existe una relación inequívoca. Esta relación se manifiesta, en particular, en el caso de motores Otto, por ejemplo en relación con las diferentes proporciones combustible súper y etanol.

30 El motivo físico para esta relación son las diferentes entalpías de evaporación de las composiciones de combustible utilizadas. Por ejemplo, un combustible E0 presenta una entalpía de evaporación de aprox. 350 kJ/kg, mientras que, por el contrario, un combustible E100 presenta una entalpía de evaporación de aprox. 920 kJ/kg. En el caso de una inyección sincrónica de admisión, estas entalpías de evaporación diferentes conducen a un enfriamiento distinto de la carga de gas fresco, con lo cual se modifican de nuevo la densidad y, con ello, la velocidad de expansión del sonido en la carga del gas fresco y, por consiguiente, en última instancia, se modifica de manera mensurable la expansión de las ondas de presión en el conducto de admisión.

35 Para el análisis de la señal de oscilaciones de presión recogida en el conducto de admisión del motor de combustión interna, esta señal es sometida a una transformación de Fourier discreta (DFT). Para ello, puede recurrirse a un algoritmo conocido como transformación de Fourier rápida (FFT) para el cálculo eficaz de la DFT. Mediante la DFT se descompone entonces la señal de oscilaciones de presión en distintas frecuencias de señal que posteriormente pueden ser analizadas por separado de manera simplificada en relación con sus amplitudes y la posición de fase. En el presente caso se ha demostrado que, en particular la posición de fase de frecuencias de señal elegidas de la señal de oscilaciones de presión se encuentra relacionada con la composición del combustible utilizada. Para ello, se recurre entonces solo a aquellas frecuencias de señal que corresponden a la frecuencia de admisión, como frecuencia base o 1ª armónica, del motor de combustión interna o de un múltiplo de la frecuencia de admisión, es decir, de la 2ª a la enésima armónica, estando relacionada la frecuencia de admisión de nuevo de manera inequívoca con el número de revoluciones del motor de combustión interna. Para al menos una frecuencia de señal seleccionada se determina entonces, recurriendo a la señal del ángulo de fase del cigüeñal determinada en paralelo, la posición de fase de estas frecuencias de señal seleccionadas en relación con el ángulo de fase del cigüeñal.

40 Con el fin de determinar entonces a partir de los ángulos de fase determinados de esta forma de la frecuencia de señal seleccionada de la señal de oscilación de presiones, la composición de combustible, la posición de fase determinada se compara con las denominadas posiciones de fase de referencia de la misma frecuencia de señal. Estas posiciones de fase de referencia están asociadas de manera inequívoca a las correspondientes composiciones de combustible. Así, a través de la posición de fase de referencia coincidente con la posición de fase determinada puede concluirse la composición de combustible asociada.

Para la explicación del modo de funcionamiento de un motor de combustión interna en el que se basa la invención, así como las relaciones entre la composición del combustible y la posición de fases de la señal de oscilación de presión medida en el tubo de admisión o bien de una frecuencia de señal seleccionada determinada se hace referencia a las figuras. Muestran:

- 5 La Figura 1, una representación simplificada de un motor de combustión interna de pistón designado aquí de forma abreviada como motor de combustión interna, con los componentes funcionales más importantes;
- la Figura 2, un diagrama para la representación de la dependencia entre la posición de fase de la frecuencia de admisión y la proporción de etanol del combustible utilizado;
- 10 la Figura 3, un diagrama para la asociación de las posiciones de fase de referencia de la frecuencia de admisión con respecto a la proporción de etanol respectiva de diferentes combustibles de referencia.

15 En la realización del procedimiento de acuerdo con la invención se presupone que la relación o bien la dependencia de las magnitudes mencionadas es conocida de manera inequívoca entre sí. La Figura 2 muestra esta relación con ayuda de la posición de fase de la frecuencia de admisión en función de la proporción de etanol en el combustible. En este caso, se demuestra un desplazamiento de la posición de fase de la frecuencia de admisión hacia valores más pequeños con una proporción creciente de etanol en el combustible. Mediante la interpolación entre los distintos puntos de medición MP0 a MP100 resulta siempre una curva 100 que discurre constantemente con un curso casi lineal.

20 Para la realización sencilla del procedimiento de acuerdo con la invención se almacenan por lo tanto las posiciones de fase de referencia determinadas previamente en un motor de combustión interna de referencia de la serie de motores de combustión de la misma construcción utilizando composiciones de combustible de referencia en función de las composiciones de combustible correspondientes en campos característicos de referencia, a partir de los cuales se puede acceder para la comparación. La forma más sencilla de un campo característico de este tipo se representa a modo de ejemplo en la Figura 3 y se compone de un diagrama que, para un punto de funcionamiento determinado del motor de combustión interna, representa la dependencia entre la posición de fase de referencia de una frecuencia de señal seleccionada determinada de la señal de oscilación de presión, en este caso la frecuencia de admisión, y la composición de combustible asociada respectiva, asociada en este caso la proporción de etanol, en forma de una curva de referencia 200.

30 Un campo característico más amplio correspondiente puede contener, por ejemplo, correspondientes curvas de referencia para diferentes puntos de funcionamiento del motor de combustión y diferentes frecuencias de señal.

35 La determinación de la composición del combustible actualmente utilizado puede tener lugar en este ejemplo entonces de manera sencilla de modo que partiendo de la posición de fase real determinada de la frecuencia de admisión en el funcionamiento normal del motor de combustión interna, en la Figura 3 en el caso de la posición de fase 127,5, se determina el punto 210 correspondiente en la curva de referencia 200 y, partiendo de nuevo de éste, se determina la composición de combustible correspondiente, en este caso la proporción de etanol de 61 % en vol., tal como se representa gráficamente con ayuda de la línea discontinua en la Figura 3.

40 Otra posibilidad alternativa consiste en proporcionar una función modelo que caracteriza la curva de referencia correspondiente, que representa la relación entre la posición de fase de referencia y la composición de combustible y, bajo la especificación de la posición de fase real determinada, calcular con ello actualmente la composición del combustible. La ventaja de esta alternativa estriba en que en conjunto se debe proporcionar una menor capacidad de almacenamiento.

45 Con el fin de continuar aumentando en un perfeccionamiento del procedimiento la precisión de la determinación de la composición del combustible utilizado, puede recurrirse a parámetros de funcionamiento adicionales del motor de combustión interna en el caso de la determinación de la composición de combustible. Para ello, puede recurrirse al menos a uno de los parámetros de funcionamiento adicionales

- temperatura del medio aspirado en el conducto de admisión,
- temperatura de un agente refrigerante utilizado para la refrigeración del motor de combustión interna y
- número de revoluciones del motor de combustión interna,

en el caso de la determinación de la composición de combustible del combustible utilizado.

50 La temperatura del medio aspirado, es decir, esencialmente al aire de admisión, influye directamente sobre la velocidad del sonido en el medio y, por consiguiente, sobre la expansión de presión en el conducto de entrada. Esta temperatura puede medirse en el conducto de admisión y, por consiguiente, es conocida.

También la temperatura del agente refrigerante puede influir sobre la velocidad del sonido en el medio aspirado mediante la transmisión de calor en el canal de entrada y en el cilindro. También esta temperatura se vigila por norma general y se mide para ello, por lo tanto, se encuentra sin más a disposición y a ella se puede recurrir en el caso de la determinación de la composición del combustible.

5 El número de revoluciones del motor es una de las magnitudes caracterizantes del punto de funcionamiento del motor de combustión interna e influye sobre el tiempo disponible para la expansión de la presión en el canal de entrada. También el número de revoluciones del motor se vigila de manera constante y, por consiguiente, se encuentra a disposición para la determinación de la composición del combustible.

10 Los parámetros adicionales antes mencionados se encuentran, por lo tanto, sin más a disposición o pueden determinarse de una manera sencilla. La influencia respectiva de los parámetros mencionados sobre la posición de fase de la frecuencia de señal seleccionada de la señal de oscilaciones de presión se presupone en este caso como conocida y se determinó, por ejemplo, en el caso de la medición de un motor de combustión interna de referencia y se almacena en los campos característicos del valor de referencia. También la inclusión mediante factores de corrección correspondientes o funciones de corrección en el caso del cálculo de la composición de combustible mediante una  
15 función modelo representa una posibilidad de tener en cuenta estos otros parámetros de funcionamiento adicionales en el caso de la determinación de la composición del combustible.

20 En una realización ventajosamente utilizable del procedimiento de acuerdo con la invención, la determinación de la posición de fase real de la frecuencia de señal seleccionada, así como la determinación de la composición del combustible utilizado actualmente tiene lugar con ayuda de una unidad de cálculo electrónica asociada al motor de combustión interna, por ejemplo la unidad de control del motor central (CPU), en donde en los campos característicos del valor de referencia o la función modelo están almacenados al menos en una zona de almacenamiento de la unidad de cálculo electrónica. De este modo, el procedimiento de acuerdo con la invención se puede llevar a cabo de manera automática, muy rápidamente y de forma recurrente en el funcionamiento del motor de combustión interna.

25 Como ya se ha indicado anteriormente, se parte del hecho de que las posiciones de fase de referencia se encuentran a disposición para diferentes composiciones de combustible para llevar a cabo el procedimiento.

30 Para ello, en una ampliación del procedimiento de acuerdo con la invención se determinan las posiciones de fase de referencia de las frecuencias de señal seleccionadas partiendo en un motor de combustión de referencia en función de diferentes composiciones del combustible. El motor de combustión de referencia es en este caso un motor de combustión de igual construcción que la serie de motores de combustión correspondiente, en el que se asegura particularmente que no estén presentes desviaciones de tolerancia constructivas que influyan sobre el comportamiento. Con ello, se ha de garantizar que la relación entre la composición del combustible y la posición de fase se determine lo más exactamente posible y sin la influencia de otros factores perturbadores.

35 La determinación de correspondientes posiciones de fase de referencia puede tener lugar con ayuda de un motor de combustión interna de referencia en diferentes puntos de funcionamiento y bajo la premisa o bien variación de otros parámetros de funcionamiento, tales como la temperatura del medio aspirado, la temperatura del agente refrigerante o el número de revoluciones del motor. Los campos característicos del valor de referencia que resultan de este modo pueden disponerse entonces ventajosamente en el caso de todos los motores de combustión interna de la misma construcción de la serie, en particular depositarse en una zona de almacenamiento de una unidad de cálculo electrónica asociable al motor de combustión interna.

40 En continuación a la determinación precedente antes mencionada de las posiciones de fase de referencia de las frecuencias de señal seleccionadas y de las composiciones de combustible asociadas puede derivarse una función modelo que representa al menos la relación entre las posiciones de fase de referencia de la frecuencia de señal seleccionada y las composiciones de combustible. En este caso, opcionalmente pueden incluirse también los parámetros adicionales arriba mencionados. De esta forma, resulta una función modelo con la cual se puede calcular  
45 de manera actual, bajo la premisa de la posición de fase y eventualmente incluyendo las variables arriba mencionadas, la composición respectiva del combustible.

50 La función modelo puede entonces ponerse a disposición ventajosamente en todos los motores de combustión de la misma construcción de la serie, en particular en una zona de almacenamiento de una unidad de cálculo electrónica asociable al motor de combustión interna. Las ventajas estriban en que la función modelo requiere menos espacio de almacenamiento que los campos característicos del valor de referencia amplios.

En un ejemplo de realización, la determinación precedente de las posiciones de fase de referencia de la frecuencia de señal seleccionada puede tener lugar mediante la medición de un motor de combustión interna de referencia en al menos un punto de funcionamiento definido en el caso de una inyección de combustible sincrónica con la admisión,

utilizando combustibles de referencia de diferentes composiciones de combustible conocidas. En este caso, para la determinación de las posiciones de fase de referencia de la frecuencia de señal seleccionada se miden en funcionamiento las oscilaciones de presión en el conducto de entrada, dinámicas asociables a un cilindro del motor de combustión interna de referencia y se genera una correspondiente señal de oscilación de presión.

5 Simultáneamente a la medición de las oscilaciones de presión dinámicas se determina una señal del ángulo de fase del cigüeñal. A continuación, se determina la posición de fase de referencia de la frecuencia de señal seleccionada de las oscilaciones de presión medidas en relación con la señal del ángulo de fase del cigüeñal con ayuda de una transformación de Fourier discreta a partir de la señal de oscilaciones de presión.

10 Los ángulos de fase de referencia determinados se almacenan entonces en función de las composiciones del combustible asociadas, en campos característicos del valor de referencia. Esto posibilita la determinación fiable de la dependencia entre la composición del combustible y la producción de fases de la frecuencia de señal seleccionada.

15 El modo de proceder antes mencionado puede repetirse variando determinados parámetros de funcionamiento influyentes, por ejemplo en diferentes puntos de funcionamiento, con el fin de ampliar la base de datos e incorporar las influencias de los parámetros adicionales. Esto facilita la realización del procedimiento en funcionamiento y, entonces, en el caso de la realización del procedimiento, no se puede estar consignado eventualmente al mantenimiento exacto de determinados parámetros.

Como ventajoso se ha manifestado elegir como frecuencias de señal seleccionadas la frecuencia de admisión o un múltiplo de la frecuencia de admisión. En el caso de estas frecuencias de señal, la dependencia de la posición de fases de la composición del combustible destaca entonces de manera particularmente clara.

20 Además, ventajosamente, para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención se pueden medir las oscilaciones de presión dinámicas en el conducto de admisión con ayuda de un sensor de presión de serie en el tubo de admisión. Esto tiene la ventaja de que no se requiere un sensor de presión adicional, lo cual representa una ventaja de costos.

25 En otro ejemplo, para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención, la señal de retroalimentación de la posición del cigüeñal puede determinarse con una rueda dentada y un sensor Hall, tratándose en este caso de una disposición de sensores habitual, eventualmente presentes sin más en el motor de combustión interna para la determinación de las revoluciones del cigüeñal. La rueda dentada está dispuesta en este caso, por ejemplo, en la periferia externa de un disco volante o del adaptador 10 de control de cigüeñal (véase también la Figura 1). Esto tiene la ventaja de que no se requiere disposición de sensores adicional alguna, lo cual representa una ventaja de costos.

30 De manera particularmente ventajosa, el procedimiento de acuerdo con la invención puede llevarse a cabo cuando la unidad de cálculo electrónica, con ayuda de la cual se lleva a cabo el procedimiento y en la que se almacenan los campos característicos del valor de referencia o la función modelo, es un aparato de control del motor para el control del motor de combustión interna y se lleva a cabo una adaptación de magnitudes de control adicionales o rutinas de control para el control del motor de combustión interna en función de la composición del combustible determinada mediante al aparato de control del motor.

35 Por una parte, esto tiene la ventaja de que no es necesaria unidad de cálculo electrónica separada alguna y, de esta forma, tampoco puntos de corte adicionales eventualmente propensos a perturbaciones entre varias unidades de cálculo. Por otra parte, el procedimiento de acuerdo con la invención puede convertirse así en un componente integral de las rutinas de control del motor de combustión interna, con lo cual puede tener lugar una rápida adaptación de las magnitudes de control o las rutinas de control para el motor de combustión interna al combustible utilizado actualmente.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para determinar la composición del combustible utilizado para el funcionamiento normal de un motor de combustión interna,
- 5 - en el que se miden oscilaciones de presión dinámicas asociables a un cilindro del motor de combustión interna en el conducto de entrada del motor de combustión interna correspondiente, en un punto de funcionamiento definido en el caso de la inyección de combustible sincrónica de admisión, y a partir de ello se genera una señal de oscilaciones de presión correspondiente, y en el que al mismo tiempo se determina una señal del ángulo de fase del cigüeñal del motor de combustión interna. y
- 10 - en el que a partir de la señal de oscilaciones de presión, recurriendo a la señal del ángulo de fase del cigüeñal determinada al mismo tiempo se determina, con ayuda de una transformación de Fourier discreta, la posición de fase real de una frecuencia de señal elegida de las oscilaciones de presión medidas en relación con el ángulo de fase del cigüeñal,
- 15 - en el que la frecuencia de señal elegida es una frecuencia de admisión o un múltiplo de la frecuencia de admisión del motor de combustión interna, caracterizado por que
- sobre la base de la posición de fase real determinada, recurriendo a posiciones de fase de referencia de la misma frecuencia de señal para diferentes composiciones del combustible, se determina la composición del combustible actualmente utilizado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que las posiciones de fase de referencia se proporcionan en función de la composición del combustible en campos característicos del valor de referencia o se proporciona una función modelo que representa la relación entre la posición de fase de referencia y la composición del combustible.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que, adicionalmente, se recurre al menos a uno de los parámetros de funcionamiento adicionales
- 25 - temperatura del medio aspirado en el conducto de admisión,
- temperatura de un agente refrigerante utilizado para la refrigeración del motor de combustión interna,
- número de revoluciones del motor de combustión interna,
- en la determinación de la composición de combustible del combustible utilizado.
4. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que la determinación de la posición de fase real de la frecuencia de señal elegida, así como la determinación de la composición del combustible actualmente utilizado tienen lugar con ayuda de una unidad de cálculo electrónica asociada al motor de combustión interna, en donde los campos característicos del valor de referencia o la función modelo se almacenan en al menos una zona de almacenamiento de la unidad de cálculo electrónica.
- 30 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que las posiciones de fase de referencia de la frecuencia de señal elegida se determinaron partiendo de un motor de combustión interna de referencia en función de diferentes composiciones del combustible.
- 35 6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por que a partir de las posiciones de fase de referencia de la frecuencia de señal elegida y de las composiciones de combustible asociadas se desprende una función modelo que representa la relación entre las posiciones de fase de referencia de la frecuencia de señal elegida y las composiciones del combustible.
- 40 7. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que la determinación precedente de las posiciones de fase de referencia de la frecuencia de señal elegida se caracteriza por la medición de un motor de combustión interna de referencia en al menos un punto de funcionamiento definido en el caso de la inyección de combustible sincrónica de admisión, utilizando combustibles de referencia de diferentes composiciones de combustible conocidas, en el que para la determinación de las posiciones de fase de referencia de la frecuencia de señal elegida
- 45 - las oscilaciones de presión dinámicas en el conducto de entrada, asociables a un cilindro del motor de combustión interna de referencia, se miden en funcionamiento y se genera una señal de oscilación de presión correspondiente, y
- en donde al mismo tiempo se determina una señal del ángulo de fase del cigüeñal, y
- la posición de fase de referencia de la frecuencia de señal elegida de las oscilaciones de presión medidas se determina, en relación con la señal del ángulo de fase del cigüeñal, a partir de la señal de las oscilaciones de presión con ayuda de una transformación de Fourier discreta y
- 50 - los ángulos de fase de referencia determinados se almacenan en campos característicos del valor de referencia en función de las composiciones de combustible asociadas.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que las oscilaciones de presión dinámicas se miden en el tubo de admisión con ayuda de un sensor de presión de serie.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la señal de retroalimentación de la posición del cigüeñal se determina con una rueda dentada y un sensor Hall.

5 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 9, caracterizado por que la unidad de cálculo electrónica es un aparato de control del motor para el control del motor de combustión interna, y por parte del aparato de control del motor se efectúa una adaptación de magnitudes de control o rutinas de control adicionales para el control del motor de combustión interna en función de la composición del combustible determinada.



