

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 804 107**

51 Int. Cl.:

F02D 41/00 (2006.01)
F02D 19/06 (2006.01)
F02D 19/08 (2006.01)
G01N 33/22 (2006.01)
F02M 21/02 (2006.01)
F02D 41/30 (2006.01)
F02D 41/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2016** **E 16171068 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020** **EP 3249201**

54 Título: **Dispositivo para operar un motor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.02.2021

73 Titular/es:

CLEANTECH SWISS AG (100.0%)
Roosstrasse 53
8832 Wollerau SZ, CH

72 Inventor/es:

GIEGER, WERNER

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 804 107 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

Dispositivo para operar un motor

La invención se refiere a un dispositivo para determinar un tiempo de inyección y/o una cantidad por suministrar de un combustible de gas líquido tal como GLP, gas natural (GNC), gas natural licuado (GNL), biogás o hidrógeno (H₂).

5 En un motor de gasolina o diésel, una unidad de control del motor generalmente asegura que se suministre gasolina o diésel al motor para un proceso de combustión adecuado.

Si un vehículo se va a adaptar para funcionar con GLP o GNC, generalmente se instala una unidad de control adicional en el vehículo para que el motor también se pueda operar con GLP o GNC.

10 Los documentos DE 102010039844 A1, DE 102011075223 A1, DE 102012100115 B4, WO 2014166534 A1, WO 2011101394 A1, DE 201010008289 A1, DE 102012017440 A1, DE 102006030495 A1, WO 2007092142 A2 y DE 102006022357 B3 divulgan dispositivos adaptables para operar un motor con GLP, GNC, H₂, y similares. Además, el documento EP 0894959 A2 describe una corrección de valor de precontrol en motores de combustión interna.

15 Sin embargo, es necesario mejorar el proceso de combustión cuando se opera un motor con GLP, GNC, H₂ o similares en términos de calidad del proceso de combustión, emisiones contaminantes y/o en relación con el arranque de un motor de gasolina o diésel en funcionamiento con GLP, GNC, H₂ o similares, especialmente con temperaturas exteriores frías.

Por lo tanto, un objeto de la invención es proporcionar un dispositivo desarrollado adicionalmente.

20 El objetivo se logra mediante un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1. Realizaciones ventajosas se describen en las reivindicaciones dependientes. Las características explicadas en la introducción pueden combinarse individualmente o estar en combinación con uno de los siguientes objetos según la invención.

25 El objetivo se logra mediante un dispositivo para determinar un tiempo de inyección y/o la cantidad de combustible de gas líquido que se suministrará a un motor -como GLP, gas natural (GNC), gas natural licuado (GNL), biogás o hidrógeno (H₂)- para la operación del motor en un modo de combustible bivalente o trivalente, en donde el dispositivo se configura de tal manera que el tiempo de inyección determinado del combustible de gas líquido depende de un determinado valor calorífico o de un determinado valor característico de la mezcla de gases.

30 En particular, el dispositivo para determinar un tiempo de inyección, especialmente para un primer combustible de gas líquido y/o una cantidad de, en particular, un segundo combustible de gas líquido por suministrar un cilindro de un motor es adecuado para operar el motor en un modo de combustible bivalente o trivalente, en donde el dispositivo se configura de tal manera que el tiempo de inyección determinado del combustible de gas líquido depende de un valor calorífico determinado o de un valor característico determinado de la mezcla de gases, siendo el primer y segundo combustible de gas líquido en particular, por ejemplo, GLP, gas natural (GNC), gas natural licuado (GNL), biogás o hidrógeno (H₂).

El tiempo de inyección significa el tiempo de inyección de un primer combustible de gas líquido en particular, preferiblemente GLP, GNC, GNL o biogás, en el cilindro del motor por ciclo de trabajo.

35 Cantidad por suministrar significa volumen de un segundo combustible de gas líquido en particular, preferiblemente hidrógeno, que se suministra al cilindro. En principio, la cantidad por suministrar también puede describirse por el tiempo de inyección a una velocidad de suministro constante o velocidad de flujo del combustible de gas líquido al cilindro.

40 Por lo tanto, el dispositivo puede funcionar con un solo combustible de gas líquido tal como, por ejemplo, GLP o exactamente dos combustibles de gas líquido tales como, por ejemplo, GLP e hidrógeno.

El combustible líquido es un combustible que se encuentra en la fase líquida a temperatura ambiente y presión ambiente normal de un bar.

El combustible líquido comprende, en particular, nafta, gasolina y diésel, así como biodiésel y aceites obtenidos de plantas utilizados como combustible.

45 El combustible de gas líquido es un combustible que está presente exclusivamente en la fase gaseosa a temperatura ambiente y a una presión ambiente normal de un bar y preferiblemente solo puede convertirse en una fase líquida a alta presión, es decir, una presión en particular mayor que dos bares.

El combustible de petróleo licuado incluye GLP (GNL, Liquefied Petroleum Gas), gas natural (GNC), gas natural licuado (GNL; Liquefied Natural Gas), biogás e hidrógeno (H₂).

50 Operación de combustible monovalente significa la operación de un motor para conducir un vehículo con un solo combustible.

5 La operación de combustible bivalente significa la operación de un motor para conducir un vehículo con exactamente dos combustibles diferentes al mismo tiempo, es decir, dos combustibles diferentes se queman simultáneamente en el motor o en un cilindro. Por lo tanto, la operación de combustible bivalente está presente, por ejemplo, cuando se opera con exactamente un combustible de gas líquido y exactamente un combustible líquido o, de modo alternativo, con exactamente dos combustibles de gas líquido diferentes. Por lo tanto, una operación de combustible bivalente está presente concretamente, por ejemplo, en una operación con diésel y GLP o GLP e hidrógeno.

10 Operación de combustible trivalente significa la operación de un motor para conducir un vehículo con exactamente tres combustibles diferentes al mismo tiempo, es decir, tres combustibles diferentes se queman simultáneamente en el motor o en un cilindro. La operación de combustible trivalente está presente, por ejemplo, cuando se opera con exactamente dos combustibles de gas líquido diferentes y exactamente un combustible líquido. La operación de combustible trivalente, por ejemplo, funciona concretamente con diésel, GLP e hidrógeno.

15 El hecho de que el tiempo de inyección determinado dependa de un valor calorífico determinado o un valor característico de mezcla de gases determinado significa que el valor calorífico o el valor característico de mezcla de gases se tiene en cuenta en la determinación del tiempo de inyección, en particular como una magnitud de entrada variable en un método de determinación definido.

El valor calorífico determinado o el valor determinado de la mezcla de gases significa que el valor calorífico o el valor de la mezcla de gases fue determinado por el dispositivo o por la propia unidad de control adicional. Alternativamente, el valor calorífico o el valor característico de la mezcla de gases también se determinó mediante un módulo conectado a través de una interfaz y transmitido al dispositivo o al dispositivo de control adicional.

20 Un módulo, es decir, el módulo de H₂, el módulo de seguridad, el módulo de compensación lambda y/o el módulo de análisis de mezcla de gases, está diseñado preferiblemente como un componente electrónico independiente con al menos dos interfaces de datos analógicas o digitales y un circuito analógico o digital.

25 Alternativamente, uno o más de los módulos, es decir, módulo de H₂, módulo de seguridad, módulo de compensación lambda y/o módulo de análisis de mezcla de gases, pueden integrarse en el dispositivo o en la unidad de control adicional, es decir, por ejemplo, se puede disponer como procesador de señal digital integrado o como circuito analógico dentro de la carcasa de la unidad de control adicional o se puede integrar en forma de un código de programa en un medio de almacenamiento de la unidad de control adicional, lo que hace que un procesador de la unidad de control adicional lleve a cabo los pasos establecidos por el código del programa.

30 Los componentes típicos de un módulo, es decir, el módulo de H₂, el módulo de seguridad, el módulo de compensación lambda y/o el módulo de análisis de mezclas de gases, en el caso de un diseño analógico, son amplificadores, filtros, rectificadores, convertidores analógico-digitales, convertidores digital-analógicos, interfaces de línea de datos o señales y/o mezcladores, y, en el caso de un diseño analógico, puertas lógicas, microprocesadores, convertidores analógico-digitales, convertidores digital-analógicos, interfaces de línea de datos o señales y/o memorias de datos.

35 El valor calorífico es una medida de la energía térmica específica contenida por unidad de medida en una sustancia o en el presente caso la mezcla 2, 21 de gases.

En particular, el valor calorífico corresponde al valor calorífico H_s.

40 El valor calorífico H_s puede reproducirse en la unidad kWh/m³, kWh/kg o kWh/l. El valor calorífico H_s se especifica o refiere preferiblemente al volumen en un estado establecido o estandarizado, es decir, en particular a una temperatura específica y una presión específica. En particular, estas condiciones pueden comprender una presión ambiente normal de 1 bar, temperatura ambiente de, por ejemplo, 25 °C, con GNC y biogás una humedad relativa del 100 % de todos los gases involucrados antes y después de la combustión y/o el agua líquida formada después de la combustión con una temperatura ambiente de, por ejemplo, 25 °C. Por ejemplo, el valor calorífico H_s puede calcularse o establecerse de tal manera que el valor calorífico H_s del propano sea exacta o aproximadamente de 28,095 kWh/m³, 14,06 kWh/kg o 7,17 kWh/l. Alternativa o adicionalmente, se hace referencia a las normas DIN 51857, DIN EN ISO 6976 y/o DIN 18599 con respecto al valor calorífico H_s.

45 El valor característico de la mezcla de gases es un valor numérico que se asignó y, por lo tanto, se determinó a partir de una gran cantidad de valores numéricos, en particular almacenados en una memoria, sobre la base de al menos una magnitud de medida y/o como máximo cinco magnitudes de medida de la mezcla de gases actual. De preferencia, se prevén exactamente tres magnitudes de medida de la mezcla de gases actual.

50 La magnitud de medida de la mezcla de gases actual significa un valor de medición medido por un sensor, cuya magnitud se correlaciona con una propiedad de la mezcla de gases. Una magnitud de medida puede ser el resultado del procesamiento de datos de un valor de medición.

55 En particular, el valor característico de la mezcla de gases se puede convertir preferiblemente en el valor calorífico, una cantidad que se aproxima al valor calorífico, o una magnitud aproximadamente correspondiente al valor calorífico, usando una o más constantes de conversión y/o uno o más factores de conversión.

En particular, el valor característico de la mezcla de gases es adecuado para cambiar el tiempo de inyección o de un diagrama característico de inyección de gas o de una curva de inyección de gas de un diagrama característico de inyección de gas en la dirección de rico o pobre, es decir, en la dirección de un tiempo de inyección más largo o un tiempo de inyección más corto. El diagrama característico de inyección de gas se describirá con más detalle más adelante.

Rico y pobre está relacionado con la combustión del combustible en el cilindro del motor y puede explicarse de la siguiente manera en función del valor de lambda, también llamado X o lambda. Lambda describe la relación de aire de combustión, también llamada relación de aire o índice de aire, y es un indicador adimensional de la teoría de la combustión que especifica la relación en masa de aire y combustible en un proceso de combustión. El número puede usarse para sacar conclusiones sobre el proceso de combustión, las temperaturas, la formación de contaminantes y el rendimiento.

Si $\lambda = 1$, hay una combustión completa, es decir, todas las moléculas de combustible reaccionan completamente con el oxígeno atmosférico, sin que falte oxígeno o quede combustible sin quemar, es decir, hay una combustión completa.

$\lambda < 1$ (por ejemplo, 0,9) significa falta de aire, es decir, "rico" o mezcla rica.

$\lambda > 1$ (por ejemplo, 1,1) significa exceso de aire, es decir, mezcla "magra" o pobre.

Por ejemplo, $\lambda = 1,1$ significa que un 10 % más de aire participa en la combustión de lo que sería necesario para la reacción estequiométrica.

Dado que el valor calorífico depende de la composición de los componentes de gas del primer combustible de gas líquido en particular, esta composición puede cambiar en la operación, estos cambios en la composición, a su vez, tienen un impacto negativo en el proceso de combustión con respecto a una combustión completa y adecuada del combustible, permite un tiempo de inyección especialmente del primer combustible de gas líquido, que depende del valor calorífico o del valor característico de mezcla de gases, es decir, una regulación del tiempo de inyección con la ayuda del valor calorífico determinado o el valor característico de mezcla de gases determinado que depende de la composición de la mezcla de gases, contrarresta o incluso elimina esta influencia negativa.

Debido a que el dispositivo está configurado de tal manera que el tiempo de inyección determinado del combustible de gas líquido depende de un determinado valor calorífico o de un determinado valor característico de la mezcla de gases, se puede hacer posible una operación de combustible bivalente o trivalente particularmente confiable sobre la base de uno o más combustibles de gas líquido. La combustión del combustible bivalente o trivalente en el motor mientras se persigue el objetivo de una combustión casi completa puede regularse de manera tan específica que incluso un arranque de gas, es decir, arrancar el motor en modo gas líquido, en particular sin quemar combustible líquido, puede ser posible incluso a bajas temperaturas exteriores alrededor del punto cero, es decir, 0 °C.

El dispositivo según la invención, en particular la unidad de control adicional, puede comprender una interfaz con un sensor de presión del colector de admisión para determinar una carga del motor en un motor de gasolina, un sensor de presión del riel y/o sensor de presión del colector de admisión para determinar una carga del motor en un motor diésel, un módulo de compensación lambda para realizar un ajuste de compensación lambda y un módulo de análisis de mezcla de gases para determinar un valor calorífico o valor característicos de mezcla de gases que depende de una composición de una mezcla de gases del combustible de gas líquido para cambiar un diagrama característico del tiempo de inyección en la dirección de rico o pobre, un módulo de seguridad para proteger el motor contra temperaturas de combustión excesivamente altas, al menos una válvula de inyección de gas para liberar la mezcla de gases, al menos un dispositivo de inyección para inyectar un combustible líquido como la gasolina o diésel, un módulo de H₂ para entregar la cantidad de hidrógeno que se suministrará como el primer combustible de gas líquido al cilindro del motor, un sistema OBD del lado del vehículo y/o una unidad de control del motor para la operación de combustible monovalente del motor con combustible líquido como diésel, biodiésel o gasolina.

Una operación de combustible bivalente o trivalente se puede implementar de manera particularmente confiable y con bajas emisiones contaminantes. En particular, la combinación de la interfaz del módulo lambda y la interfaz del módulo de análisis de mezcla de gases permite una combustión particularmente completa y, con la combinación adicional con la interfaz del módulo de H₂, particularmente baja emisión de contaminantes, en donde estos efectos combinados son sinérgicamente mayores que la suma de los efectos que se pueden lograr por separado con las interfaces del módulo mencionadas. De manera similar, esto también se aplica a las otras interfaces mencionadas con anterioridad.

El dispositivo de acuerdo con la invención puede comprender un módulo de compensación lambda para realizar un ajuste de compensación lambda, un módulo de análisis de mezcla de gases para determinar un valor calorífico dependiente de una composición de una mezcla de gases del combustible de gas líquido, o un valor característico de mezcla de gases para cambiar un diagrama característico del tiempo de inyección en la dirección de rico o pobre, un módulo de seguridad para proteger el motor contra temperaturas de combustión excesivamente altas, al menos una válvula de inyección de gas para liberar la mezcla de gases y/o un módulo de H₂ para suministrar la cantidad de hidrógeno que se suministrará como el primer combustible de gas líquido al cilindro del motor.

5 Una operación de combustible bivalente o trivalente se puede implementar de manera particularmente confiable y con bajas emisiones de contaminantes. En particular, la combinación del módulo lambda y el módulo de análisis de mezcla de gases permite una combustión particularmente completa y, con la combinación adicional con el módulo de H₂, una emisión particularmente baja de contaminantes, en donde estos efectos combinados son sinérgicamente mayores que la suma de los efectos que se pueden lograr por separado con los módulos mencionados.

De manera similar, esto también se aplica a los otros componentes mencionados con anterioridad que pueden conectarse a través de interfaces.

10 El dispositivo de acuerdo con la invención puede comprender un módulo de análisis de mezcla de gases, siendo el módulo de análisis de mezcla de gases tal que la temperatura y la presión de la mezcla de gases del combustible de gas líquido pueden usarse para determinar la densidad de la mezcla de gases y/o, dependiendo de la composición actual de la mezcla de gases, el valor calorífico de la mezcla de gases o el valor característico de la mezcla de gases sobre la base de la conductividad del gas, la temperatura y la densidad o sobre la base de la conductividad del gas, la temperatura y la presión de la mezcla de gases utilizando un diagrama característico de análisis de la mezcla de gases.
15 La divulgación completa de esta solicitud se aplica no solo al dispositivo según la invención y al dispositivo de control adicional según la invención, sino también al módulo de análisis de mezcla de gases según la invención, siempre que la divulgación respectiva esté directa o indirectamente relacionada con el módulo de análisis de mezcla de gases.

20 El dispositivo según la invención puede comprender un dispositivo de arranque de gas, en donde el dispositivo de arranque de gas se configura de tal manera que, cuando el motor se arranca en funcionamiento con gas líquido puro, solo la fase gaseosa de la mezcla de gases del combustible de gas líquido se retira de un tanque de gas para inyectar en el cilindro del motor. La divulgación completa de esta solicitud se aplica no solo al dispositivo según la invención y al dispositivo de control adicional según la invención, sino también al dispositivo de arranque de gas según la invención, siempre que la divulgación respectiva esté directa o indirectamente relacionada con el dispositivo de arranque de gas.

La operación de gas líquido puro significa la operación del motor exclusivamente con un combustible de gas líquido o un combustible de gas líquido e hidrógeno.

25 Una determinación de un tiempo de inyección de un primer combustible de gas líquido en forma de una mezcla de gases, en particular GLP, gas natural (GNC), gas natural líquido (GNL) o biogás, y/o una determinación de una cantidad de un segundo combustible de gas líquido que preferiblemente se suministra de modo continuo a un cilindro de un motor, en particular hidrógeno, puede hacerse usando el dispositivo según la invención

30 - al determinar un valor calorífico o un valor característico de la mezcla de gases en particular sobre la base de la conductividad del gas, una temperatura y una presión de la mezcla de gases,

- al determinar en particular sobre la base de un valor de lambda y/o un valor NO_x, un valor de lambda compensado y/o un valor compensado NO_x que depende del primer combustible de gas líquido preferiblemente en forma específica para una sonda lambda y/o sonda NO_x utilizada,

35 - al determinar un factor de ajuste de la mezcla de gases en particular sobre la base del valor calorífico o el valor característico de la mezcla de gases,

- al determinar en particular el tiempo de inyección sobre la base de la carga del motor y/o la velocidad del motor con la ayuda de un diagrama característico de inyección que se desplazó hacia rico o pobre usando el factor de ajuste de la mezcla de gases, el valor de lambda compensado y/o el valor NO_x compensado, y/o

40 - al determinar, en particular sobre la base de la carga del motor y/o la velocidad del motor utilizando un diagrama característico de la cantidad de gases, la cantidad del segundo combustible de gas líquido por suministrar, en donde

- tiene lugar en particular, un aumento o disminución gradual en el tiempo de inyección y/o la cantidad por suministrar en particular sobre la base de un mensaje de detonación.

45 El dispositivo de acuerdo con la invención puede usarse de tal manera que sea posible utilizar una fase gaseosa de un combustible de gas líquido, en particular GLP o GNL, presente en un tanque de gas para inyectar en un motor para conducir un vehículo, en particular cuando el vehículo arranca con gas.

El significado de arranque de gas se describe con más detalle a continuación.

En particular, solo la fase gaseosa del combustible de gas líquido presente en el tanque de gas sirve como el único combustible para el motor para conducir el vehículo.

50 En particular, solo la fase gaseosa del combustible de gas líquido y el hidrógeno presente en el tanque de gas sirven como los únicos combustibles para el motor para conducir el vehículo.

A continuación, la invención se explica y describe adicionalmente sobre la base de ejemplos de realización preferidos mostrados en las Figuras.

La Figura 1 muestra una visión general de un sistema que comprende el dispositivo o la unidad de control adicional para el funcionamiento bivalente o trivalente de un motor 19 para conducir un vehículo.

5 La Figura 2 muestra un tiempo de inyección de gas determinado para GLP y la cantidad de hidrógeno que debe suministrar la unidad de control adicional con la ayuda de un diagrama característico de inyección de gas para una operación de combustible bivalente de un motor de gasolina, en el que no tiene lugar la inyección de gasolina en la operación de GLP.

10 La Figura 3 muestra un tiempo determinado de inyección de gas para GLP y la cantidad de hidrógeno por suministrar, así como un tiempo de inyección para diésel determinado por la unidad de control adicional con la ayuda de un diagrama característico de inyección de gas para la operación de combustible trivalente de un motor diésel.

La Figura 4 muestra un diagrama característico de control de mezcla de gases de la unidad de control adicional para el diagrama característico de inyección de gas de la Figura 2.

15 La Figura 5 muestra una curva característica de inyección de gas real como una sección del diagrama característico de inyección de gas en el que se basa la Figura 2, teniendo en cuenta el diagrama característico de control de la mezcla de gases de la Figura 4 y el valor de lambda compensado de la Figura 6, en donde la curva característica de inyección de gas con el factor de corrección aplicado en [%] durante el tiempo de inyección en [ms] (abajo), se compara con una curva característica de carga del motor (arriba a la izquierda) en operación de gasolina con el vacío aplicado en [kPa] versus el tiempo de inyección en [ms].

20 La Figura 6 muestra un ajuste de compensación lambda y un ajuste de NOx mediante factores de compensación almacenados para varias sondas lambda y sondas de NOx para el diagrama característico de inyección de gas de la Figura 2, comparando los valores de señal antes del ajuste (barra izquierda en cada caso) y después del ajuste (barra derecha en cada caso).

La Figura 7 muestra un control de diagnóstico a bordo (OBD) de la unidad 18 de control adicional en el modo maestro independientemente de la unidad 20 de control del motor operado como esclavo.

25 En una realización, el dispositivo está configurado para un primer combustible de gas líquido en particular en forma de una mezcla 2, 21 de gases de tal manera que el valor calorífico y/o el valor característico de la mezcla de gases puedan determinarse en función de una composición actual de la mezcla 2, 21 de gases.

30 Mezcla de gases significa una mezcla que comprende o consiste en al menos dos gases diferentes. Por ejemplo, el GLP consiste en butano y propano, en donde una composición actual de ejemplo puede ser 70 % de butanos y 30 % de propanos. Sin embargo, la mezcla de gases también puede contener tres, cuatro o más gases diferentes, siendo posible tener en cuenta o despreciar las proporciones de estos gases adicionales en la mezcla de gases al determinar el valor calorífico o el valor característico de la mezcla de gases. En este caso, las proporciones se determinan preferiblemente en porcentaje en volumen, alternativamente en porcentaje en peso.

35 Al determinar el valor calorífico y/o el valor característico de la mezcla de gases en función de una composición actual de la mezcla 2, 21 de gases, se puede presentar en cuenta un cambio en la composición durante la operación, es decir, fracciones de gas cambiantes como, por ejemplo, 70 % de butano y 30 % de propano en 60 % de butano y 40 % de propano debido al reabastecimiento de combustible del vehículo y/o las influencias de temperatura, un nivel de llenado modificado del tanque 3 de gasolina o arranque del motor, en la regulación del proceso de combustión por el dispositivo o la unidad 18 de control adicional. Se puede lograr un proceso de combustión adecuado incluso con 40 temperaturas exteriores fluctuantes o bajas y se puede hacer posible un arranque de gas.

Según la invención, el dispositivo comprende un sensor 9 de conductividad de gas para medir la conductividad eléctrica de la mezcla 2, 21 de gases en particular en la fase 2 líquida y/o la fase 21 gaseosa del combustible de gas líquido.

La conductividad del gas o la conductividad eléctrica de la mezcla 2, 21 de gases significa la capacidad de la mezcla 2, 21 de gases de conducir corriente eléctrica.

45 Al prever un sensor 9 de conductividad de gas para medir la conductividad eléctrica de la mezcla 2, 21 de gases, se puede crear el requisito previo para una determinación particularmente precisa del valor calorífico actual y/o el valor característico de la mezcla de gases, opcionalmente también la composición actual de la mezcla 2, 21 de gases.

De acuerdo con la invención, el dispositivo está configurado de tal manera que el valor calorífico y/o el valor característico de la mezcla de gases pueden determinarse en función de la conductividad eléctrica medida.

50 Por lo tanto, se puede hacer una determinación particularmente precisa del valor calorífico actual y/o el valor característico de la mezcla de gases para una regulación particularmente confiable del proceso de combustión.

En una realización, el sensor 9 de conductividad de gas comprende un ánodo y un cátodo y/o el sensor 9 de conductividad de gas está configurado de manera tal que se aplica un voltaje constante entre el ánodo y el cátodo para medir la conductividad eléctrica y una corriente de medición a través de la mezcla 2, 21 de gases puede

alimentarse en la fase 2 líquida o en la fase 21 gaseosa.

Una medición particularmente confiable de la conductividad eléctrica puede hacerse posible con un sensor de diseño simple y económico.

5 En una realización, el dispositivo comprende un sensor 1 de temperatura para medir la temperatura de la mezcla 2, 21 de gases del combustible de gas líquido y/o un sensor 8 de presión para medir la presión de la mezcla 2, 21 de gases del combustible de gas líquido y/o el dispositivo está configurado de esta manera que el valor calorífico o el valor característico de la mezcla de gases se puede determinar sobre la base de la temperatura medida y/o la presión medida. En particular, el sensor 1 de temperatura mide la temperatura y/o el sensor 8 de presión mide la presión de la mezcla 2, 21 de gases en el recorrido desde un tanque 3 de gas a un evaporador y/o regulador 11 de presión.

10 Al medir la temperatura y/o la presión de la mezcla 2, 21 de gases, en particular en el recorrido desde un tanque 3 de gas a un evaporador y/o regulador 11 de presión, en donde el evaporador básicamente solo cumple su función de evaporación cuando una mezcla de gases está en la fase 2 líquida y, por lo tanto, generalmente solo el regulador 11 de presión actúa según lo planeado sobre la mezcla de gases en la fase 21 gaseosa, la conductividad del gas medida se puede normalizar a una temperatura definida y/o a una presión definida para obtener un valor de la conductividad del gas independiente de la temperatura y/o presión. La densidad de la mezcla 2, 21 de gases se calcula preferiblemente usando la temperatura y la presión, y la conductividad del gas medida se estandariza a una densidad definida para obtener un valor de la conductividad del gas que sea independiente de la densidad.

15 La densidad de la mezcla 2, 21 de gases se determina de preferencia particular a partir de la temperatura y la presión y, junto con la temperatura, se determina una magnitud de entrada estandarizada de temperatura y densidad para especificar el valor calorífico o el valor característico de la mezcla de gases.

Así, puede ser posible una determinación particularmente confiable del valor calorífico o el valor característico de la mezcla de gases por medio de un diagrama característico de análisis de mezclas de gases comparativamente simple.

25 En una realización, el dispositivo está conectado a un módulo 7 de análisis de mezcla de gases, que está diseñado de modo que la densidad de la mezcla 2, 21 de gases se pueda determinar a partir de la temperatura y la presión de la mezcla 2, 21 de gases y/o en función de la composición de la mezcla 2, 21 de gases actual, el valor calorífico y/o el valor característico de la mezcla de gases se pueden determinar usando la conductividad del gas, la temperatura y/o la densidad de la mezcla 2, 21 de gases usando un diagrama característico de análisis de la mezcla de gases. En particular, la unidad 18 de control adicional está conectada al módulo 7 de análisis de mezcla de gases a través de una interfaz. En principio, el dispositivo o la unidad 18 de control adicional también puede presentar el diagrama característico de análisis de mezcla de gases.

30 Un diagrama característico, es decir, un diagrama característico de análisis de mezclas de gases, un diagrama característico de control de mezclas de gases, un diagrama característico de inyección de gases, un diagrama característico de cantidad de gases, un diagrama característico de diésel, un diagrama característico de gasolina, un diagrama característico de compensación, es básicamente una tabla o matriz con valores preestablecidos o almacenados. Los valores son generalmente digitales y, en particular, están almacenados en un medio de almacenamiento. En particular, estos valores no cambian durante la operación, sino que preferiblemente solo se transfieren o cambian y se almacenan en el medio de almacenamiento en el curso de la producción o configuración.

Tal diagrama característico generalmente presenta al menos dos ejes.

40 La Figura 4 muestra un diagrama característico de control de la mezcla de gases con exactamente dos ejes para determinar un factor de ajuste de la mezcla de gases sobre la base del valor calorífico H_s , en donde el primer eje representa el valor calorífico H_s y el segundo eje representa el factor de adaptación de la mezcla de gases. Por lo tanto, el diagrama característico de control de mezcla de gases tiene una tabla con solo una fila y una pluralidad de columnas o, alternativamente, solo una columna y una pluralidad de filas, en donde cada fila y columna generalmente se rellena con valores numéricos. Como muestra la Figura 4, un diagrama característico bidimensional se puede representar como una curva con los ejes X e Y.

Un ejemplo de un diagrama característico con exactamente tres ejes es el diagrama característico de la cantidad de gas, que se explica con más detalle a continuación para ilustrar el significado de un mapa.

En consecuencia, un diagrama característico también puede presentar cuatro y más ejes, en cuyo caso una magnitud de salida puede asignarse a más de dos magnitudes de entrada.

50 El diagrama característico de análisis de la mezcla de gases tiene en particular exactamente cuatro ejes con las magnitudes de entrada de la conductividad del gas, temperatura y densidad de la mezcla 2, 21 de gases, de preferencia, inmediatamente después de salir del tanque 3 de gas en el recorrido hacia la válvula 17 de inyección.

El diagrama característico de análisis de la mezcla de gases permite determinar el valor calorífico o el valor característico de la mezcla de gases de manera particularmente rápida y confiable. Además, mediante una calibración posterior, es decir, la reimportación de los valores numéricos del diagrama característico de análisis de la mezcla de

gases, se puede mejorar la precisión de manera particularmente fácil incluso después de que se haya fabricado el dispositivo.

5 De acuerdo con la invención, el dispositivo, en particular el módulo 18 adicional, comprende un diagrama característico de control de mezcla de gases que se configura de tal manera que se pueda determinar un factor de ajuste de la mezcla de gases en función del valor calorífico determinado o el valor característico de mezcla de gases determinado, del cual depende el tiempo de inyección determinado.

El diagrama característico de control de la mezcla de gases se muestra en la Figura 4 y ya se ha explicado en detalle con anterioridad.

10 El factor de adaptación de la mezcla de gases determinado de esta manera sirve como una magnitud de corrección para determinar el tiempo de inyección, en particular con la ayuda del diagrama característico de inyección, preferiblemente la unidad 18 de control adicional. De este modo, puede hacerse posible una regulación particularmente efectiva del proceso de combustión para obtener una combustión lo más completa posible.

La diferencia entre una magnitud de entrada y una magnitud de corrección se describe con más detalle a continuación.

15 En una realización, el dispositivo está conectado a un módulo 28 de compensación lambda para obtener un valor de compensación de lambda y/o un valor de compensación de NOx adaptado al combustible de gas líquido sobre la base de un valor de lambda medido y/o un valor de NOx medido, en donde el tiempo de inyección depende del valor de lambda compensado y/o el valor NOx compensado. En particular, la unidad 18 de control adicional está conectada al módulo 28 de compensación lambda a través de una interfaz.

20 En particular, el módulo 28 de compensación lambda presenta una sonda 45 lambda y/o una sonda 46 de NOx o está conectado a la sonda 45 lambda y/o una sonda 46 de NOx a través de una interfaz. En principio, el dispositivo o la unidad 18 de control adicional también pueden tener el diagrama característico de compensación.

En particular, el módulo 28 de compensación lambda tiene un diagrama característico de compensación para asignar un valor de compensación lambda como una magnitud de salida a un valor lambda medido como una magnitud de entrada en función de la sonda 45 lambda utilizada.

25 En particular, el diagrama característico de compensación también se configura de tal manera que a un valor de NOx medido como magnitud de entrada se le puede asignar un valor de NOx de compensación como una magnitud de salida en función de la sonda 46 de NOx utilizada.

30 En la Figura 6, los valores lambda y los valores de compensación lambda correspondientes, así como los valores de NOx y los valores de compensación de NOx correspondientes después del procesamiento se comparan a modo de ejemplo usando el diagrama característico de compensación para varias sondas 45 lambda y sondas 46 de NOx diferentes.

En particular, solo los valores compensados de lambda y/o los valores compensados de NOx se transmiten a la unidad 20 de control del motor para evitar mensajes de error y una regulación incorrecta de un tiempo de inyección de gasolina o diésel.

35 El valor compensado de lambda y/o el valor compensado de NOx determinado de esta manera sirven como magnitudes de entrada para determinar el tiempo de inyección, en particular con la ayuda del diagrama característico de inyección, preferiblemente de la unidad 18 de control adicional. Una regulación particularmente efectiva del proceso de combustión para obtener la combustión más completa posible puede ser factible de esta manera.

40 En una realización, el dispositivo, en particular el módulo 18 adicional, comprende un diagrama característico de inyección de gas para determinar el tiempo de inyección, que comprende preferiblemente GLP o GNC dependiendo de la carga actual del motor y/o la velocidad actual del motor, y/o el diagrama característico de inyección de gas permite un desplazamiento en función del factor de ajuste de la mezcla de gases en la dirección rica o pobre y/o un desplazamiento en función del valor compensado de lambda en la dirección rica o pobre.

El significado de desplazamiento de un diagrama característico se describe a continuación.

45 Esto permite una regulación particularmente efectiva del proceso de combustión para obtener la combustión más completa posible.

En una realización, el dispositivo, en particular el módulo 18 adicional, comprende un diagrama característico de cantidad de gas para determinar la cantidad por suministrar, en particular del segundo combustible de gas líquido, preferiblemente de hidrógeno, en función de la carga actual del motor y/o la velocidad actual del motor.

50 El suministro dependiente de la carga, en particular de hidrógeno, permite el consumo, en particular, del segundo gas licuado de petróleo con emisiones contaminantes particularmente bajas.

En particular, el diagrama característico de cantidad de gas presenta exactamente tres ejes para obtener un valor

numérico basado en la carga del motor, es decir, el valor de la carga y la velocidad de rotación, que se transmite como una señal digital o analógica desde la celda 38 de hidrógeno para liberar una cantidad de hidrógeno que se correlaciona con el valor numérico. Cuanto mayor sea el valor numérico, más hidrógeno se libera continuamente y se alimenta al cilindro.

5 El diagrama característico de cantidad de gas con exactamente tres ejes se puede reproducir en forma de una tabla con los valores numéricos, en donde en cada columna, por así decirlo, como encabezados de columna, se enumera una velocidad en revoluciones por minuto, por ejemplo, columna 1 “1000 rev/min”, columna 2 “2000 rev/min”, etc. y en cada línea, por así decirlo, como encabezados de línea, se enumera el valor de carga en bar o voltios como una magnitud de señal analógica correspondiente, por ejemplo del sensor 44 de presión del riel en un motor diésel, es decir, la línea 1 “2 V”, la línea 2 “2,5 V”, la línea 3 “3 V”, etc. Las celdas en la tabla debajo de los encabezados de las columnas y al lado de los encabezados de las filas se rellenan con valores numéricos que se utilizan para controlar la celda 38 de hidrógeno. Por lo tanto, cada valor numérico representa una magnitud para la cantidad de hidrógeno por suministrar.

15 Un diagrama característico de este tipo con tres ejes solo podría representarse en un solo diagrama con una gran cantidad de curvas dispuestas en común.

Un diagrama característico puede configurarse de tal manera que el diagrama característico permita que el diagrama característico se desplace a lo largo de un eje por un factor de corrección. En el caso de tal desplazamiento, en el ejemplo del diagrama característico de gasolina mencionado con anterioridad, para decirlo simplemente, los encabezados de las líneas se desplazan hacia arriba o hacia abajo por el factor de corrección o los encabezados de línea se incrementan o reducen por el factor de corrección por multiplicación, división, suma o resta. Como resultado, como se muestra en la Figura 5, una curva de ejemplo del diagrama característico del tiempo de inyección para una velocidad específica puede desplazarse a lo largo del eje X y/o el eje Y o la forma de la curva puede modificarse.

20 En la Figura 5, la curva con punto de partida en 1 en el eje X y -10 en el eje Y representa la curva característica de carga del motor como presión negativa en [kPa] durante el tiempo de inyección en [ms], que se ha registrado y almacenado conduciendo en modo de gasolina. La otra curva muestra la curva de un factor de corrección corregido para una inyección de GLP en [%] durante el tiempo de inyección en [ms]. La curva corregida ilustra un desplazamiento en la característica de carga del motor de la operación de gasolina para la operación de gas licuado de petróleo bajo la influencia de los factores de corrección, el valor compensado de lambda, el valor compensado de NOx y el factor de ajuste de la mezcla de gases.

30 En una realización, el dispositivo está conectado a un módulo 28 H₂ para suministrar, en particular, de modo continuo la cantidad de hidrógeno que se suministrará al cilindro y/o el módulo de H₂ (28) comprende un sensor 39 de detonación y/o puede transmitir un mensaje de detonación al dispositivo para reducir gradualmente la cantidad que se debe suministrar y/o el tiempo de inyección en el caso de un mensaje de detonación y/o aumentar preferiblemente de manera gradual si no hay un mensaje de detonación durante un período específico o un número específico de ciclos de trabajo. En particular, la unidad 18 de control adicional está conectada al módulo 28 H₂ a través de una interfaz. En principio, el dispositivo o la unidad 18 de control adicional también pueden presentar el módulo 28 H₂.

35 Al detectar la detonación durante el proceso de combustión y la regulación paso a paso resultante del tiempo de inyección y la cantidad por suministrar, tanto el hidrógeno que se alimenta en especial continuamente como el GLP o GNC inyectado secuencialmente se pueden usar para una combustión adecuada en modo de combustible bivalente o trivalente.

40 En una realización, el dispositivo, en particular la unidad 18 de control adicional, presenta un control integrado de diagnóstico a bordo (OBD) que puede comunicarse con el sistema OBD del lado del vehículo a través de una interfaz OBD y/o está configurado para una operación maestra en modo GLP.

45 En una realización, el dispositivo es la unidad 18 de control adicional o una unidad 18 de control adicional que se puede reequipar. Preferiblemente, el dispositivo también se puede reequipar, es decir, de tal manera que se pueda adaptar a un vehículo con un motor, es decir, después de la producción del vehículo que se puede operar en forma monovalente con combustible líquido.

50 En una realización, el dispositivo o la unidad 18 de control adicional presenta una interfaz con un dispositivo de arranque de gas para arrancar el motor 19 cuando el gas está programado para arrancar en modo de gas líquido puro. En particular, la interfaz comprende una línea 50 de control para el control remoto de una válvula 51 de suministro, una línea 35 de control para el control remoto de una segunda válvula 33 de cierre y/o una línea 50 de control para una primera válvula 10 de cierre controlada a distancia.

55 Las Figuras 2 y 3 muestran los tiempos de inyección resultantes para GLP, H₂ y gasolina o diésel, sin quemar gasolina en el modo gasolina. En la operación diésel y solo en motores de inyección directa de gasolina, una porción de combustible líquido para propósitos de enfriamiento se alimenta al cilindro para una operación de combustible bivalente o trivalente.

El dispositivo de arranque de gas, que se describió con anterioridad, presenta en particular una conexión de extracción

ES 2 804 107 T3

de gas, preferiblemente con una válvula 31, para suministrar la fase 21 gaseosa de la mezcla 2, 21 de gases desde el tanque 3 de gas, en particular a través de una línea 32 de gas, a una segunda válvula 33 de cierre controlada a distancia.

5 El dispositivo de arranque de gas puede presentar una línea 35 de control analógica o digital para la conexión al dispositivo descrito con anterioridad o la unidad 18 de control adicional descrita con anterioridad.

En otro ejemplo del dispositivo de arranque de gas, el dispositivo de arranque de gas presenta una línea 35 de control analógica o digital para la segunda válvula 33 de cierre controlada a distancia para suministrar o cerrar la fase 21 gaseosa de la mezcla 2, 21 de gases a través de la línea 32 de gas a la línea 6 de gas líquido.

10 En otro ejemplo del dispositivo de arranque de gas, el dispositivo de arranque de gas presenta una primera válvula 10 de cierre controlada a distancia a través de una línea 36 de control analógica o digital para cerrar o abrir una conexión desde la línea 6 de gas líquido a un evaporador y/o regulador 11 de presión.

15 En otro ejemplo del dispositivo de arranque de gas, el dispositivo de arranque de gas presenta una válvula 51 de suministro, que se puede controlar en forma remota a través de una línea 50 de control analógica o digital, para cerrar o permitir una entrada de la fase 21 líquida de la mezcla 2, 21 de gases del tanque 3 de gas en la línea 6 de gas líquido.

Como alternativa a la expresión “dispositivo de arranque de gas”, también puede usarse “dispositivo para un arranque de gas” como sinónimo.

20 El evaporador o regulador 11 de presión ahora recibe el gas de la fase de vapor 21 a través de la segunda válvula 33 de cierre controlada a distancia y/o a través de la primera válvula 10 de cierre controlada a distancia y solo funciona como un regulador 11 de presión.

El dispositivo según la invención permite un procedimiento para controlar un arranque de gas con el dispositivo de arranque de gas descrito con anterioridad, en donde, con un arranque de gas programado,

25 - en particular a través de la línea 50 de control, la válvula 51 de suministro se mantiene cerrada para que ninguna mezcla 2, 21 de gases en la fase 2 líquida pueda alcanzar el evaporador y/o el regulador 11 de presión o una válvula 17 de inyección, y/o

- en particular a través de la línea 35 de control, la segunda válvula 33 de cierre se abre para permitir que la fase 21 gaseosa de la mezcla 2, 21 de gases fluya desde el tanque 3 de gas, preferiblemente a través de la línea 32 de gas en la línea 6 de gas líquido al evaporador y/o regulador 11 de presión.

30 En particular, se prevé que, cuando la temperatura del agua de enfriamiento del motor 19, que se mide preferiblemente a través del sensor 37 de temperatura del agua, alcanza una temperatura de cambio almacenada en particular en la unidad 18 de control adicional, la segunda válvula 33 de cierre controlada a distancia se cierra y la válvula 51 de suministro a control remoto se abre, de modo que se bloquea el suministro de la fase 21 gaseosa de la mezcla 2, 21 de gases al evaporador y/o al regulador 11 de presión y, en su lugar, la fase 2 líquida de la mezcla 2, 21 de gases se suministra desde el tanque de presión 3 al evaporador y/o al regulador 11 de presión.

35 En la Figura 1, se muestra una visión general de un sistema de ejemplo para una operación de combustible bivalente o trivalente, es decir, en particular para la operación con un combustible diésel o de gasolina, un combustible líquido y/o hidrógeno, que comprende una unidad 20 de control del motor instalada en particular por el fabricante del vehículo y una unidad 18 de control adicional preferiblemente adaptable mostrada en la operación maestro-esclavo, en donde la unidad 20 de control del motor corresponde al esclavo y la unidad 18 de control adicional corresponde al maestro.

40 Al utilizar la unidad de control adicional, el motor 19 puede arrancarse preferiblemente en funcionamiento con gas líquido, que también se denomina arranque de gas en lo siguiente, es decir, no en funcionamiento con gasolina o diésel.

45 Para un arranque de gas, en particular la fase 21 gaseosa de la mezcla 2, 21 de gases se alimenta preferiblemente en forma exclusiva a una válvula 17 de inyección como combustible para el motor 19. Esto significa que se puede realizar un arranque de gas con éxito incluso a bajas temperaturas exteriores.

50 Una mezcla 2, 21 de gases de un combustible líquido, en particular GLP, se inyecta con hidrógeno (H₂), en particular desde una celda 38 de hidrógeno, en forma gaseosa, dentro de un conducto de admisión del motor 19. La inyección del combustible líquido se lleva a cabo en la fase gaseosa a través de al menos una válvula 17 de inyección de gas y/o la liberación de hidrógeno gaseoso se lleva a cabo a través de al menos una boquilla 40 de inyección de H₂. El conducto de admisión (no mostrado) se abre en la cámara de combustión del motor 19. Si solo se queman la mezcla 2, 21 de gases y el hidrógeno, el funcionamiento del combustible es bivalente. Si el combustible diésel o el combustible de gasolina se queman adicionalmente y al mismo tiempo, la operación del combustible es trivalente. Si solo se quema la mezcla 2, 21 de gases y el combustible diésel o el combustible de gasolina al mismo tiempo, la operación del combustible es bivalente. Todas las operaciones de combustible mencionadas con anterioridad son posibles, en

particular, en combinación con las realizaciones descritas a continuación, de modo que todas estas combinaciones, es decir, no se enfatizan explícitamente a continuación.

5 El sistema comprende un módulo 7 de análisis de mezcla de gases para determinar el valor calorífico H_s y/o el valor característico de la mezcla de gases de la mezcla 2, 21 de gases, un módulo 28 de compensación lambda para realizar una adaptación de compensación lambda a la operación de combustible bivalente o trivalente, un módulo 30 de H_2 para controlar o regular la inyección de hidrógeno y/o un módulo 29 de seguridad para proteger el motor 19 de temperaturas de combustión excesivamente altas.

10 En este ejemplo de realización, no se requiere un dispositivo de bomba para transportar la mezcla 2, 21 de gases o el H_2 , ya que un tanque 3 de gas para almacenar la mezcla de gases en la fase 21 gaseosa y la fase 21 líquida presenta preferiblemente una presión de al menos 3 bar y/o como máximo 18 bar dependiendo de la temperatura y la composición de la mezcla y/o la celda 38 de hidrógeno H_2 libera el gas H_2 para producir el gas H_2 , en particular a una presión de 1 bar.

15 El módulo 7 de análisis de la mezcla de gases está configurado de tal manera que puede determinar el valor calorífico H_s y/o el valor característico de la mezcla de gases de la mezcla 2 de gases líquidos, que generalmente es el resultado de varios gases líquidos como propanos y butanos.

20 En particular, en el caso de la mezcla 2 de gases se trata GLP según la norma DIN EN 589 y/o la norma DIN EN 51622, es decir, propano que comprende propeno, propadieno y butano que comprende isobutano, n-butano, 1-buteno, isobuteno, cis-2-buteno, trans-2-buteno, 1,2-butadieno, 1,3-butadieno, y/o metano – etano – eteno – neo-+isopentano – n-pentano – penteno - olefinas y olefinas C_5 . Dicho GLP se utiliza en particular para la combustión en motores de gasolina y diésel de vehículos de motor.

25 En particular, una cantidad de hidrógeno dependiente de la carga se inyecta preferiblemente en el conducto de admisión de aire del motor 19 en paralelo a la inyección de la mezcla 2, 21 de gases, como resultado de lo cual la carga estratificada producida en la cámara de combustión influye en el proceso de combustión, es decir, los gases de escape resultantes después de la combustión, en particular los contaminantes de escape y/o las emisiones de partículas de la gasolina y el diésel, se reducen o minimizan por el proceso de combustión modificado.

Dependiente de la carga significa dependiente de la carga actual del motor. La carga del motor es básicamente la relación del trabajo realizado W por ciclo de trabajo con el volumen de carrera V_H de un cilindro y también se conoce como la presión media P_m , que se mide en bar, según la siguiente fórmula: $P_m = W/V_H$.

30 En un motor de gasolina, un sensor 43 de presión del colector de admisión se usa en particular para generar una señal de carga que refleja un valor correspondiente a la carga del motor.

En un motor diésel, se utiliza un sensor 44 de presión de riel y/o el sensor 43 de presión del colector de admisión para generar la señal de carga, que refleja el valor correspondiente a la carga del motor.

35 En la operación con gas líquido, el hidrógeno se inyecta continuamente en el conducto de admisión del motor 19, preferiblemente dependiendo de la carga. La mezcla 2, 21 de gases se inyecta selectiva y/o secuencialmente dentro del conducto de admisión, en particular en la segunda fila en el conducto de admisión del motor 19, es decir, entre el conector de entrada de H_2 y el motor 19. Secuencial significa que la mezcla de gases se inyecta a intervalos de tiempo periódicos. Básicamente, el combustible se insufla o inyecta individualmente para cada cilindro en la insuflación o inyección secuencial. Como regla general, la insuflación o inyección tiene lugar para todos los cilindros en un punto idéntico en el tiempo en el curso de un ciclo de trabajo del cilindro.

40 Cuando se abren las válvulas de admisión del motor, la mezcla de hidrógeno-aire corriente arriba y luego la mezcla de aire-mezcla de gases se succionan a la cámara de combustión. Dependiendo de la forma del conducto de admisión y/o de la cámara de combustión, los gases en la cámara de combustión se mezclan en la compresión de la cámara de combustión. En el caso de un motor diésel de inyección directa, la cantidad de inyección de combustible diésel se determina mediante la unidad 18 de control adicional y se inyecta directamente en la cámara de combustión. En el caso de los motores de inyección directa de gasolina, se puede inyectar gasolina para enfriar las válvulas de inyección de gasolina. La unidad 18 de control adicional asegura que las proporciones del combustible de gas líquido, combustible líquido y/o hidrógeno coincidan entre sí para una combustión óptima.

50 Un área típica de aplicación son camiones o vehículos utilitarios. Sin embargo, el sistema también es adecuado para otras aplicaciones tales como, por ejemplo, la combustión en motores o agregados de embarcaciones, quads de dos ruedas, triciclos, motonieves-quitanieves, maquinaria de construcción, tractores y máquinas agrícolas y forestales, generadores de energía de emergencia o uso en plantas combinadas de calor y energía.

55 La mezcla 2 de gases, en particular el GLP, se recoge en forma líquida en un tanque 3 de gas. La fase 21 en forma de vapor de la mezcla 2 de gases se encuentra por encima del nivel del líquido. En el presente caso, el tanque 3 de gas es el tanque de gas de un vehículo de motor que quema la mezcla 2 de gases en su motor 19. Sin embargo, también se podría tratar del tanque 3 de gasolina de una embarcación, quad de dos ruedas, triciclo, motonieve-quitanieve, maquinaria de construcción, tractor y máquina agrícola y forestal, generador de energía de emergencia o

planta combinada de calor y energía.

Una válvula 4 múltiple está dispuesta en el tanque 3 de gas. La válvula 4 múltiple proporciona varias funciones de una manera conocida, a saber, un dispositivo de protección contra sobrellenado, una línea 6 de gas líquido para extraer la mezcla 2 de gases, una válvula de alivio de presión, una válvula 51 de suministro controlada a distancia que reduce el flujo de gas en caso de un defecto en la línea 6 de gas líquido y/o un indicador de nivel de llenado. Para el indicador de nivel de llenado y/o la protección contra sobrellenado, la válvula 4 múltiple tiene un flotador 5.

Además, una línea 6 de gas líquido es guiada a través de la válvula 4 múltiple hacia el interior del tanque 3 de gas y sirve para extraer la mezcla de gases en la fase 2 líquida. Corriente arriba de la válvula 4 múltiple está la línea 6 de gas líquido con un módulo 7 de análisis de mezcla de gases a través de un sensor 9 de presión convencional y un sensor de conductividad de gas conectado eléctricamente. En la realización del módulo 7 de análisis de mezcla de gases que se muestra aquí, el sensor 8 de conductividad de gases, el sensor 1 de temperatura y/o el sensor 9 de presión están dispuestos fuera de la carcasa del módulo 7 de análisis de mezclas de gases y/o miden una mezcla 2, 21 de gases en la línea 6 de gas líquido. El sensor 8 de conductividad de gases, el sensor 1 de temperatura y el sensor 9 de presión también podrían estar dispuestos en la carcasa del módulo 7 de análisis de mezcla de gases o estar integrados dentro.

En particular, el sensor 8 de conductividad de gas y el sensor 1 de temperatura están diseñados como un sensor combinado. Esto ahorra espacio de instalación y una línea de datos adicional.

Desde el módulo 7 de análisis de mezcla de gases o, dependiendo de la disposición del sensor 8 de conductividad de gases, el sensor 1 de temperatura y el sensor 9 de presión en la carcasa o fuera de la carcasa, la línea 6 de gas líquido es guiada a una primera válvula 10 de cierre controlada a distancia. En particular, la primera válvula 10 de cierre controlada a distancia está conectada directamente al evaporador/regulador 11 de presión. En el evaporador o regulador 11 de presión, la mezcla de gases líquidos en el espacio 55 del evaporador se convierte en la fase gaseosa con la adición de calor. La salida 13 del regulador de presión del evaporador o regulador 11 de presión en el lado 12 de baja presión es seguida por la línea 14 flexible, a través de la cual la mezcla de gases ahora gaseosa es conducida en particular al filtro 15 centrífugo, limpiando la mezcla de gases, preferiblemente de éster-parafinas-olefinas y/o sólidos. A través de la salida del filtro 15 centrífugo, el gas gaseoso se alimenta más a través de la línea 14 flexible de baja presión conectada, en particular al primer distribuidor 16, que previene y/o suprime las fluctuaciones de presión de gas durante la extracción de la mezcla de gases. En la línea 14 flexible adicional, la mezcla de gases se conduce en particular a las válvulas 17 de inyección de gas.

Las válvulas 17 de inyección de gas son controladas por la unidad 18 de control adicional, en particular secuencialmente para inyección de gas a través de la línea 23 de control, preferiblemente con un pulso escalonado, también llamado señal de pico y retención. En particular, un sensor 25 de temperatura de gas está instalado en una conexión de salida del primer distribuidor 16, en donde la temperatura del gas preferiblemente se transmite en forma permanente a la unidad 18 de control adicional a través de la línea 22 eléctrica, para que se pueda tener en cuenta la temperatura del gas al determinar la cantidad de inyección de gas mediante la unidad 18 de control adicional.

En particular, se prevé una línea 26 eléctrica entre la unidad 18 de control adicional y la unidad 20 de control del motor.

En general, la unidad 20 de control del motor está diseñada solo para la operación de combustible monovalente, es decir, la operación de un motor diésel con combustible diésel o un motor de gasolina con combustible de gasolina.

La unidad 20 de control del motor envía la señal de inyección para el dispositivo 27 de inyección, concretamente válvulas de inyección de gasolina o inyectores diésel, a la unidad 18 de control adicional en particular a través de las líneas 26 eléctricas o alternativamente a través de un medio de transmisión inalámbrico.

Básicamente, la señal de inyección de la unidad 20 de control del motor no es necesaria para el cálculo de los tiempos de insuflación y/o tiempos de inyección por la unidad 18 de control adicional, porque la unidad 18 de control adicional puede funcionar de manera completamente autónoma, autónoma y/o independiente de la unidad 20 de control del motor.

En particular, la unidad 18 de control adicional convierte el control de inyección de la señal de carga y/o la línea con la señal a través del tiempo de inyección calculado por la unidad 20 de control del motor, preferiblemente a través de resistencias y/o bobinas en calor. Como resultado, la unidad 20 de control del motor no reconoce que la señal con el tiempo de inyección no ha alcanzado una válvula de inyección o que la línea a la válvula de inyección se ha interrumpido. De este modo, se puede evitar un mensaje de error y/o mal funcionamiento de la unidad 20 de control del motor. La medida descrita con anterioridad se lleva a cabo preferiblemente para motores de gasolina en los que, en particular, la señal sobre el tiempo de inyección calculado por la unidad 20 de control del motor ni siquiera es registrada o procesada por la unidad 18 de control adicional, es decir, no tiene influencia alguna sobre el control y/o la regulación por la unidad 18 de control adicional.

En una realización, la señal sobre el tiempo de inyección calculado por la unidad 20 de control del motor se registra al menos para un motor diésel y un motor de inyección directa de gasolina y opcionalmente se tiene en cuenta para controlar o regular el tiempo de insuflación y/o el tiempo de inyección. Es ventajoso usarlos como valores de referencia

para la detección de resultados de cálculo excesivamente desviados en el tiempo de inyección, lo que puede indicar, por ejemplo, un defecto en la unidad de control adicional o un módulo o sensores conectados al mismo.

5 Al reconocer una asignación de pines de la unidad 18 de control adicional, la unidad 18 de control adicional decide si se admite un suministro de combustible monovalente, bivalente o trivalente y, por lo tanto, si es posible o no. Esto puede depender, entre otras cosas, de la naturaleza del sistema de inyección de gasolina o diésel.

En particular, a través del diagrama característico de carga de gasolina y/o diésel almacenado en la unidad 18 de control adicional, la unidad 18 de control adicional puede controlar el dispositivo 27 de inyección, es decir, una válvula de inyección de gasolina o un inyector de diésel.

10 En particular, un sensor 43 de presión del colector de admisión genera una señal de carga, que refleja preferiblemente un valor correspondiente a la carga del motor.

En particular, un sensor 44 de presión de riel genera la señal de carga en forma de una señal de presión, que también refleja una medida de la carga del motor.

La señal de carga medida y/o generada por el sensor 43 de presión del colector de admisión y/o el sensor 44 de presión del riel se suministra a la unidad 18 de control adicional.

15 Como muestra la Figura 2 para un motor de gasolina y la Figura 3 para un motor diésel, la señal de carga se puede usar para determinar el tiempo de inyección de gasolina o diésel, así como los tiempos de inyección para H₂ y combustible de gas líquido como el GLP usando el diagrama característico de inyección de gas dependiente de la carga.

20 El diagrama característico de inyección de gas dependiente de la carga corresponde, por lo tanto, a una tabla con valores o valores de salida almacenados en un medio de almacenamiento, en particular el tiempo de inyección para gasolina o diésel, y los tiempos de inyección para H₂ y combustible de gas líquido como el GLP, que pueden asignarse a un valor de entrada, en particular la señal de carga.

25 Opcionalmente, la señal de carga se compara además con los valores de señal de carga de referencia almacenados y preferiblemente se adapta a ellos. La señal de carga modificada de esta manera se puede alimentar al sensor 43 de presión del colector de admisión o al sensor 44 de presión del riel nuevamente con el propósito de, por ejemplo, una calibración del sensor.

El dispositivo 27 de inyección, a saber, una válvula de inyección de gasolina en un motor de gasolina, es decir, un motor de gasolina, o un inyector diésel 27 en un motor diésel, es parte del motor 19.

30 En particular, en el caso del motor 19, aparte de las características resultantes de las particularidades de la presente invención, se trata de un motor de gasolina convencional o un motor diésel que se ha adaptado para la combustión de combustible de gas líquido e hidrógeno.

35 Por consiguiente, no hace falta decir que tanto las válvulas 23 de inyección de gas como el dispositivo 27 de inyección, es decir, las válvulas de inyección de gasolina o los inyectores diésel, sirven para introducir el combustible respectivo en una cámara de combustión común del motor 19 y, por lo tanto, la representación de la Figura 1 es solo esquemática a este respecto.

Los diferentes modos de funcionamiento del motor 19 y los modos de funcionamiento de los módulos individuales, es decir, el módulo 28 de compensación lambda, el módulo 29 de seguridad, el módulo 30 de H₂ y/o el módulo 7 de análisis de mezcla de gases, se describen ahora con más detalle a continuación:

modo de combustible líquido monovalente, es decir, modo gasolina o modo diésel.

40 Si el motor 19 quema diésel en modo de combustible líquido, es decir, en modo de gasolina, gasolina o en modo de combustible líquido, es decir, en modo diésel, esto se introduce en la cámara de combustión del motor 19 de la manera habitual por medio del dispositivo 27 de inyección, es decir, válvulas de inyección de gasolina o inyectores diésel. Los dispositivos de inyección también están regulados de la manera habitual por la unidad 20 de control del motor. En particular, la gasolina o el diésel se suministran a través del tanque de gasolina o diésel no mostrado.

45 El modo de gasolina o diésel puede estar activo, en particular al arrancar el motor 19, pero no es necesario, es decir, el motor 19 también puede arrancarse usando la presente invención en funcionamiento con gas líquido, es decir, funcionamiento con gas líquido puro.

50 El tanque 3 de gas tiene una conexión de extracción de gas con una válvula 31, como resultado de lo cual el gas 21 en forma de vapor, es decir, en forma gaseosa, de la mezcla de gases puede conducirse a través de la línea 32 de gas a la segunda válvula 33 de cierre controlada a distancia.

Si la unidad 18 de control adicional ha sido programada para el arranque de gas, entonces la válvula 51 de suministro controlada a distancia no se controla primero a través de la línea 50 de control, sino que, en lugar de ello, la primera

válvula 10 de cierre controlada a distancia se controla a través de la línea 36 de control y/o la segunda válvula 33 de cierre controlada a distancia se controla a través de la línea 35 de control por la unidad 18 de control adicional. En particular, la unidad de control adicional controla el módulo 30 de H₂ cuando se programa el arranque de gas.

5 El evaporador y/o regulador 11 de presión ahora recibe el gas de la fase 21 en forma de vapor a través de la segunda válvula 33 de cierre controlada a distancia y/o a través de la primera válvula 10 de cierre controlada a distancia y solo funciona como un regulador 11 de presión.

10 Cuando el evaporador o el regulador 11 de presión alcanza la temperatura de cambio almacenada en la unidad 18 de control adicional a través del suministro 34 motorizado de agua caliente, la línea 35 de control se desactiva, la válvula 33 de cierre controlada a distancia se cierra y/o la válvula 51 de suministro controlada a distancia es controlada y abierta por la unidad 18 de control adicional a través de la línea 50 de control.

En particular, el suministro 34 de agua caliente está conectado a una línea de agua de enfriamiento para guiar el agua de enfriamiento del motor.

15 Si la unidad 18 de control adicional no se programó para arrancar el gas, sino para una temperatura de conexión definida, por ejemplo, 35 °C para cambiar de la operación de combustible líquido a la operación de gas licuado de petróleo, entonces se arranca convencionalmente con gasolina o diésel y el motor funciona hasta que se alcanza la temperatura del agua establecida en el evaporador y/o el regulador 11 de presión, en particular un sensor 37 de temperatura del agua refrigerante del motor 19 preferiblemente a través de una línea 38 de señal ha transmitido a la unidad 18 de control adicional una temperatura del agua que está por encima de la temperatura de encendido, de modo que la unidad 18 de control adicional cambia del modo de combustible líquido al modo de gas líquido bivalente o trivalente.

20 Agua refrigerante significa líquido refrigerante del motor 19 para el enfriamiento general del motor 19.

25 En general, el símbolo de la magnitud lambda en tecnología de gases de escape representa la relación de aire a combustible en comparación con una mezcla estequiométrica de combustión. Con la relación de combustible estequiométrica, existe exactamente la cantidad de aire que se requiere teóricamente para quemar completamente el combustible. Esto se conoce como $\lambda = 1$. La relación de masa es 14,7:1 para gasolina y, por ejemplo, de 15,5:1 para combustible de gas líquido.

30 La unidad 20 de control del motor está conectada a la sonda 46 lambda y/o una sonda 45 de NO_x para obtener valores de señal que representan una medida de la integridad de la combustión. Dependiendo de este valor de señal o de estos valores de señal, la unidad 20 de control del motor generalmente determina los tiempos de inyección de gasolina o diésel, es decir, el período de tiempo para abrir una válvula de inyección de gasolina o diésel, en base a uno o más diagramas característicos de gasolina o diésel, que generalmente se almacenan en un medio de almacenamiento de la unidad 20 de control del motor.

35 Si hay más combustible disponible, se habla de una mezcla rica (lambda <1), si hay exceso de aire, se habla de una mezcla pobre (lambda > 1). La ventana lambda (para gasolina lambda = 0,97 – 1,03) es el intervalo ideal en el que un catalizador logra el máximo rendimiento de limpieza. El control lambda generalmente registra el valor real de lambda a través de una sonda lambda y cambia la cantidad de combustible o aire para que se establezca el valor teórico. Esto es necesario porque una medición de combustible sin volver a medir no es lo suficientemente precisa.

40 Como se muestra arriba sobre la base de las diferentes relaciones en masa, los valores de señal comprobados y transmitidos difieren en un proceso de combustión completo comparable en la operación de combustible líquido y en la operación de combustible bivalente o trivalente o la operación de gas líquido, por ejemplo, con GLP y/o hidrógeno. Es decir, después de un cambio a un modo de combustible bivalente o trivalente, el valor de la señal de la sonda 46 lambda y/o la sonda 45 de NO_x ya no corresponde a las condiciones reales con respecto a la integridad de la combustión sin una corrección del valor de la señal.

45 Por lo tanto, después de un cambio de una operación de combustible líquido a una operación de combustible bivalente o trivalente, el valor de la señal ya no sería adecuado para la unidad 20 de control del motor sin una corrección del valor de la señal correspondiente para calcular correctamente la relación lambda en el diagrama característico de gasolina o diésel o, en otras palabras, un control lambda adecuado para llevar a cabo una combustión eficiente. Para permitir un control lambda adecuado por parte de la unidad 20 de control del motor, incluso después de cambiar de una operación de combustible líquido a una operación de combustible bivalente o trivalente, y así evitar mensajes de error inexactos de la unidad 20 de control del motor, debe preverse en particular un módulo 28 de compensación lambda para llevar a cabo dicha corrección del valor de la señal, también llamado ajuste de compensación lambda. La función y el modo de operación del módulo 28 de compensación lambda se describen con más detalle a continuación.

Operación de combustible bivalente o trivalente u operación de gas líquido

55 En el modo de combustible bivalente o trivalente, en lugar del modo de combustible líquido monovalente puro, es decir, el modo de gasolina o el modo diésel, la mezcla 2, 21 de gases y el hidrógeno de la celda 38 de H₂ se alimentan al conducto de admisión de aire del motor 19 para la combustión. En este caso, el suministro se realiza básicamente

- después de completar el arranque de gas del motor 19 a través de la línea 6 de gas líquido y/o la válvula 4 múltiple. El sensor 8 de conductividad de gas, el sensor 1 de temperatura y/o el sensor 9 de presión del módulo 7 de análisis de mezcla de gases y/o el evaporador y/o el regulador 11 de presión entran en contacto directo con la mezcla de gases en la fase 2 líquida. En particular, la mezcla de gases en la fase 2 líquida llega al motor 19 a través de la línea 14 flexible de baja presión, el filtro 15 centrífugo, el primer distribuidor 16 y/o las válvulas 17 de inyección de gas.
- 5 En particular, el hidrógeno se suministra a través del puerto 40 de inyección de H₂.
- En particular, la mezcla 2 de gases líquidos fluye hacia el evaporador o regulador 11 de presión, donde se convierte en el estado gaseoso.
- 10 Particularmente cuando el motor 19 arranca en frío, la mezcla de gases en la fase 2 líquida puede suministrarse exclusiva o adicionalmente al evaporador y/o al regulador 11 de presión a través de la línea 6 de gas y/o la mezcla de gases en la fase 21 gaseosa a través de la línea 32 de gas.
- En particular, el evaporador y/o el regulador 11 de presión solo funcionan como un regulador de presión cuando se suministra la mezcla 21 de gases gaseosos y/o el gas se transporta como se describió con anterioridad en la línea 14 flexible de baja presión a las válvulas 17 de inyección de gas.
- 15 La mezcla 2 de gases generalmente se inyecta a través de las válvulas 17 de inyección de gas y/o la inyección de H₂ tiene lugar a través del puerto 40 de inyección de H₂ en el conducto de admisión de aire del motor. La alimentación a la cámara de combustión tiene lugar, en particular, exclusivamente en estado gaseoso a través del conducto de admisión de aire (no mostrado en la Figura 1).
- 20 En la práctica actual, en el modo de combustión de gas bivalente o trivalente, así como en el modo de gasolina o diésel, solo se realizaría un ajuste del suministro del combustible respectivo dependiendo de la señal de la sonda lambda o la sonda de NO_x. Aquí entran en juego el módulo 28 de compensación lambda, el módulo 7 de análisis de mezcla de gases, el módulo 30 de H₂ y/o el módulo 29 de seguridad, cuya función se describe a continuación.
- Módulo 7 de análisis de mezcla de gases
- 25 El módulo 7 de análisis de mezcla de gases sirve para determinar el valor calorífico H_s y/o el valor característico de la mezcla de gases de la mezcla 2, 21 de gases, en particular teniendo en cuenta la composición o las relaciones de los componentes de gas individuales que cambian durante el curso de la operación. Porque la composición cambiante de la mezcla de gases influye básicamente en el proceso de combustión.
- Por lo tanto, el módulo 7 de análisis de mezcla de gases proporciona el valor calorífico H_s y/o el valor característico de la mezcla de gases de la mezcla 2, 21 de gases en la composición actual, de modo que la unidad 18 de control adicional puede llevar a cabo un tiempo de inyección de gas optimizado para el combustible de gas líquido, el H₂ y/o un tiempo de inyección optimizado para combustible líquido.
- 30 En particular, el módulo 7 de análisis de mezcla de gases está conectado al sensor 8 de conductividad de gases, el sensor 1 de temperatura y/o el sensor 9 de presión.
- 35 En particular, el sensor 8 de conductividad de gas, el sensor 1 de temperatura y/o el sensor 9 de presión están dispuestos en la línea 6 de gas líquido. Durante la operación, siempre la mezcla 2, 21 de gases está presente preferiblemente ya sea solo en la fase 2 líquida, en particular en el caso de la operación de gas líquido con la excepción del arranque de gas, o en la fase 21 gaseosa, en particular en el caso de un arranque de gas hasta que se cambia a la operación normal de gas líquido.
- 40 Por lo tanto, el sensor 8 de conductividad de gas, el sensor 1 de temperatura y/o el sensor 9 de presión solo miden la mezcla de gases en la fase 2 líquida o en la fase 21 gaseosa, es decir, en principio, la fase 2 no líquida y la fase 21 gaseosa al mismo tiempo.
- 45 En particular, las fracciones de gas de la mezcla 2, 21 de gases pueden determinarse procesando los datos de medición del sensor 8 de conductividad de gas, el sensor 1 de temperatura y/o el sensor 9 de presión. En particular, estas fracciones de gas incluyen propeno, propadieno, isobutano, n-butano, 1-buteno, isobuteno, cis-2-buteno, trans-2-buteno, 1,2-butadieno, 1,3-butadieno, metano, etano, eteno, neo-+iso-pentano, n-pentano, pentenos, olefinas y/u olefinas C₅.
- Para este propósito, el sensor 8 de conductividad de gas está configurado en particular para llevar a cabo un procedimiento de medición de ionización.
- 50 En una realización, el sensor 8 de conductividad de gas está diseñado de tal manera que el sensor 8 de conductividad de gas mide la conductividad de gas o la conductividad eléctrica de la mezcla 2, 21 de gases, en particular a una tensión constante entre el ánodo y el cátodo, preferiblemente con la ayuda de una corriente de medición. La intensidad de corriente medida es entonces una medida de la conductividad eléctrica y/o representa la señal de medición.
- Dado que la temperatura medida influye en la intensidad de corriente medida, la influencia de la temperatura puede

determinarse y/o calcularse, compensarse o normalizarse procesando la intensidad de corriente medida con la temperatura medida del sensor 1 de temperatura para obtener un valor de conductividad que sea independiente de la temperatura, en particular temperatura estandarizada.

5 La densidad de corriente de la mezcla 2, 21 de gases también puede influir en la intensidad de corriente medida. La densidad de la mezcla de gases actual 2, 21 se determina preferiblemente sobre la base de la temperatura medida, en particular por el sensor 1 de temperatura, y la presión medida, en particular por el sensor 9 de presión.

La influencia de la densidad puede determinarse y/o calcularse, compensarse o normalizarse procesando la intensidad de corriente medida con la densidad determinada para obtener un valor de conductividad que sea independiente de la densidad, en particular la densidad estandarizada.

10 En una realización ventajosa, se puede combinar una normalización de temperatura y normalización de densidad de la señal de medición del sensor 8 de conductividad de gas para determinar un valor calorífico estandarizado H_s y/o un valor característico de mezcla de gases estandarizado. El valor calorífico H_s determinado de esta manera y/o el valor característico de la mezcla de gases determinado de esta manera se transmite preferiblemente a la unidad 18 de control adicional para tenerlo en cuenta al determinar el tiempo de inyección de gas, alternativa u opcionalmente también la cantidad de inyección de gas.

Alternativamente, la influencia de la presión también puede determinarse y/o calcularse, compensarse o estandarizarse procesando la intensidad de corriente medida con la presión medida del sensor de presión 1 para obtener un valor de conductividad que sea independiente de la presión, en particular la presión estandarizada.

20 En particular, una normalización de la temperatura, normalización de la densidad y/o normalización de la presión de la señal de medición del sensor 8 de conductividad del gas se puede combinar para determinar un valor calorífico H_s y/o valor característico de la mezcla de gases estandarizado por temperatura, estandarizado por densidad y/o estandarizado por presión, que también se podría tener en cuenta en el dispositivo o la unidad 18 de control adicional para la determinación del tiempo de inyección de gas, alternativa u opcionalmente también la cantidad de inyección de gas.

25 En el módulo 7 de análisis de mezcla de gases, existe preferiblemente un diagrama característico de análisis de mezcla de gases multidimensional en particular que permite asignar el valor calorífico H_s y/o el parámetro de la mezcla de gases sobre la base de la señal de medición del sensor 8 de conductividad de gas, la densidad determinada de la mezcla 2, 21 de gases y/o la señal de temperatura del sensor 1 de temperatura.

30 Las propiedades de los componentes de gas típicos del combustible de gas líquido utilizado se tienen en cuenta preferiblemente en el diagrama característico de análisis de mezclas de gases multidimensionales en particular, de modo que el valor calorífico H_s y/o la característica de la mezcla de gases dados tienen en cuenta la composición del gas de la mezcla 2, 21 de gases actual.

35 Los datos almacenados en el diagrama característico de análisis de mezclas de gases multidimensionales, en particular, se han determinado preferiblemente mediante una o más series de mediciones y/u organizan el valor calorífico H_2 y/o el valor característicos de la mezcla de gases en función de la conductividad eléctrica de la mezcla 2, 21 de gases, dependiendo de las diferentes relaciones de mezcla de los componentes de gas individuales, preferiblemente después de estandarizar la conductividad eléctrica medida con respecto a una temperatura definida y una densidad definida, como alternativa u opcionalmente una presión definida.

40 Alternativamente, el valor calorífico H_s y/o el valor característico de la mezcla de gases pueden asignarse utilizando un algoritmo en el que se resuelve un sistema de ecuaciones, en particular uno multidimensional. Tal determinación divisional del valor calorífico H_s y/o el valor característico de la mezcla de gases se lleva a cabo de manera similar a un análisis de Fourier a frecuencias. Debido a que la densidad, la temperatura y/o la conductividad reflejan la propiedad de todos los componentes de gas juntos, es decir, la suma o la integral sobre los componentes de gas individuales, cada componente de gas tiene una densidad, temperatura y/o conductividad diferentes.

45 Al medir la conductividad del gas, es decir, la conductividad eléctrica, en particular en el caso de una mezcla 21 de gases en la fase gaseosa, los iones positivos y/o negativos contribuyen a la conducción de la corriente eléctrica.

En una realización, el sensor 8 de conductividad de gas tiene un ánodo y un cátodo para medir la conductividad de la mezcla 2, 21 de gases. Tal sensor 8 de conductividad de gas puede proporcionarse con costes de fabricación particularmente bajos.

50 En particular, la densidad del gas, la conductividad térmica y/o las resistencias efectivas de la mezcla 2, 21 de gases pueden determinarse mediante el procedimiento de medición de ionización o el sensor 8 de conductividad de gas y el sensor 1 de temperatura. Estos datos de medición del sensor 8 de conductividad de gas y el sensor 1 de temperatura se suministran al módulo 7 de análisis de mezcla de gases, en particular como un sensor de combinación, en particular como una señal de tensión analógica de al menos 0,5 y/o como máximo 4,5V. En particular, se convierte allí en una
55 señal digital de 8 bits. Alternativamente, el sensor 8 de conductividad de gas también puede comprender un convertidor analógico-digital y/o proporcionar una señal digital.

El módulo 7 de análisis de mezcla de gases determina el valor calorífico H_s y/o el valor característico de la mezcla de gases sobre la base de la señal de medición del sensor 8 de conductividad de gas, el sensor 1 de temperatura y/o el sensor 9 de presión.

5 En particular, el valor calorífico H_s y/o el valor característico de la mezcla de gases se transmiten preferiblemente a la unidad 18 de control adicional a través de la línea 24 de señal/control o un medio de transmisión inalámbrico.

10 En particular, se almacena un diagrama característico de control de la mezcla de gases (Figura 4) en la unidad 18 de control adicional, que puede usar el valor calorífico H_s como la magnitud de entrada para determinar un factor de ajuste de la mezcla de gases como la magnitud de salida, preferiblemente con el porcentaje de la unidad. Alternativamente, el diagrama característico de control de la mezcla de gases también puede generar el factor de ajuste de la mezcla de gases en el valor característico de la mezcla de gases como una magnitud de entrada.

15 En particular, este factor de ajuste de la mezcla de gases con el tiempo de inyección determinado de la manera descrita con anterioridad se usa en particular para el combustible de gas líquido. Preferiblemente, el diagrama característico de inyección de gas se desplaza por el factor de ajuste de la mezcla de gases, es decir, en la dirección de rico o pobre para obtener un tiempo de inyección adaptado y optimizado a la composición de la mezcla 2, 21 de gases, como se muestra en la Figura 5.

En particular, el sensor 9 de presión se usa para medir la presión en la línea 6 de gas líquido, en la que la mezcla de gases puede estar presente en principio en la fase 2 líquida o en la fase 21 gaseosa. En este caso, se trata de la presión que prevalece en la línea 6 de gas líquido y se requiere para el cálculo y/o compensación de la densidad de flujo y/o densidad de gas de la mezcla de gases o las fracciones de gas en la mezcla de gas.

20 Por lo tanto, el módulo 7 de análisis de mezcla de gases se suministra con valores medidos desde el sensor 8 de calidad de gas, el sensor 1 de temperatura y/o el sensor 9 de presión con información sobre la mezcla 2 de gases en la línea 6 de gas líquido. A partir de estos datos del sensor, el módulo 7 de análisis de mezcla de gases determina el valor calorífico H_s y/o el valor característico de la mezcla de gases como un parámetro de tensión variable, es decir, una señal de tensión, que se suministra preferiblemente a través de la línea 24 de señal o de control a la unidad 18 de control adicional en forma analógica o digital para usar el diagrama característico de control de la mezcla de gases para determinar el factor de ajuste de porcentaje de mezcla de gases para optimizar el tiempo de inyección de gas. De esta manera, el tiempo de inyección de gas se regula en función de la composición actual de la mezcla de gases o las relaciones de mezcla de la mezcla 2, 21 de gases.

30 El sensor 8 de conductividad de gas y el sensor 1 de temperatura miden por ionización la conductividad de calor-densidad y las resistencias activas de la mezcla 2 de gases o de la fase 21 de vapor que consiste en los gases propeno, propadieno, isobutano, n-butano, 1-buteno, isobuteno, cis-2-buteno, trans-2-buteno, 1,2-butadieno, 1,3-butadieno, metano, etano, eteno, neo-+iso-pentano, n-pentano, pentenos, olefinas y/u olefinas C_5 .

35 En particular, el módulo 7 de análisis de mezcla de gases está equipado con hardware y software para que use los valores medidos del módulo 7 de análisis de mezclas de gases para proporcionar un valor calorífico actual H_s y/o un valor característico de la mezcla de gases y/u opcionalmente una relación de mezcla actual de los gases o componentes de gas de la mezcla de gases en la fase 2 líquida y/o determinar la fase 21 de vapor, es decir, la composición de la mezcla de gases.

El valor calorífico determinado H_s y/o el valor característico de la mezcla de gases de la mezcla 2, 21 de gases puede transmitirse a través de la línea 24 eléctrica a la unidad 18 de control adicional de manera analógica o digital.

40 En particular, un diagrama característico de control de la mezcla de gases se almacena en la unidad 18 de control adicional, en el que un factor de ajuste de la mezcla de gases se asigna preferiblemente como un valor porcentual, en particular para la cantidad de inyección de gas bivalente, dependiendo del valor calorífico H_s y/o el valor característico de la mezcla de gases.

45 A continuación, se describe cómo se estructura exactamente el diagrama característico de control de la mezcla de gases y cómo funciona el control.

50 Dependiendo del valor calorífico real determinado H_s y/o el valor característico de la mezcla de gases de la mezcla 2, 21 de gases y el factor de adaptación de la mezcla de gases así obtenido, se libera ahora una cantidad optimizada, en particular, bivalente de inyección de gas GLP calculada por las válvulas 17 de inyección de gas, en particular paralela a la inyección de H_2 a través del puerto 40 de inyección de H_2 , determinan una cantidad optimizada, en particular, bivalente de inyección de gas GLP al conducto de admisión de aire del motor 19, que aspira la mezcla de combustible bivalente o trivalente, de modo que se asegura una combustión adecuada, que regula la combustión con respecto a la combustión más completa posible, teniendo en cuenta la composición actual de la mezcla de gases.

Regulación a intervalos de tiempo definidos

55 El módulo 7 de análisis de la mezcla de gases está diseñado preferiblemente de manera que la determinación del valor calorífico actual H_s y/o el valor característico de la mezcla de gases de la mezcla 2, 21 de gases se realice

repetidamente a intervalos de tiempo definidos.

5 Preferiblemente, el módulo 7 de análisis de mezcla de gases cuando se arranca el motor 19, cuando se programa un arranque de gas, determinará permanentemente la composición del gas y/o enviará continuamente un valor calorífico H_s y/o un valor característico de mezcla de gases a la unidad 18 de control adicional para poder regular la inyección de gas bivalente o trivalente sin un retraso de tiempo. Dicha medición permanente y/o transmisión continua está preferiblemente activa siempre que se alcance la temperatura del agua caliente almacenada del agua de refrigeración del motor 19, que se mide en particular por el sensor 37 de temperatura del agua. Si se alcanza la temperatura del agua predefinida, las mediciones solo se llevan a cabo repetidamente a intervalos de tiempo con el motor 19 en funcionamiento.

10 En particular, el intervalo de tiempo de medición es de 30 segundos, es decir, cada 30 segundos se proporciona un valor calorífico actual H_s y/o un valor característico de la mezcla de gases sobre la base de las mediciones actuales. Esta medición repetida y el control correspondiente a través del diagrama característico de control de la mezcla de gases resultan en varias ventajas, como se describe más adelante.

15 Por el hecho de que el valor calorífico H_s y/o el valor característico de la mezcla 2, 21 de gases se determina en absoluto y se lleva a cabo un control de diagrama característico de control de la mezcla de gases de la unidad 18 de control adicional que depende de él, se asegura inicialmente al comienzo de la operación de combustión de gas bivalente, en particular, si es necesario también después de repostar del tanque 3 de gas, que, independientemente de la mezcla 2 de gases, se produzca un proceso de combustión de gas adecuado en el motor 19.

20 Las mediciones y controles repetidos llevados a cabo durante la operación también tienen en cuenta las fluctuaciones de temperatura adicionales tales como, por ejemplo, las causadas por el viento, el estacionamiento del vehículo al sol, el estacionamiento del vehículo en un garaje y/o la operación posterior a temperaturas bajo cero, etc. Estas diferencias de temperatura que conducen a un cambio en la densidad de la mezcla de gases reabastecidos, en particular en la fase 2 líquida, se transmiten al módulo 7 de análisis de la mezcla de gases en la línea 6 de gas líquido, en forma líquida o gaseosa por el sensor 8 de conductividad de gas, el sensor 1 de temperatura y/o el sensor 9 de presión, preferiblemente a través de la línea 24 de señal o de control a la unidad 18 de control adicional y/o se tienen en cuenta a través del control de diagrama característico de control de mezcla de gases con el objetivo de una combustión completa.

25 Otra ventaja importante consiste en que la unidad 20 de control del motor, que también continúa funcionando en modo de combustión de gas bivalente o trivalente, no ajusta inadvertidamente los diagramas característicos de gasolina o diésel almacenados allí, porque, por ejemplo, los valores lambda de la combustión de combustible de gas líquido se consideran valores lambda de la combustión de gasolina o diésel.

Módulo 30 H_2

35 Cuando se arranca el motor, el módulo 30 de H_2 se activa preferiblemente mediante la línea 52 de control o señal o mediante un medio de transmisión inalámbrico mediante la unidad 18 de control adicional en modo de combustible líquido. La unidad 18 de control adicional tiene un diagrama característico de cantidad de gas, que puede determinar una cantidad de hidrógeno en función del valor de la carga, que preferiblemente se transmite al módulo de H_2 a través de la línea 52 de control o señal. Sobre la base de esta cantidad de hidrógeno en particular, el módulo 30 de H_2 inicia la liberación de esta cantidad de hidrógeno por la celda de H_2 .

40 En particular, la cantidad de hidrógeno se inyecta continuamente en el conducto de admisión del motor 19 a través del puerto 40 de inyección de H_2 y/o es arrastrada por el motor 19 por la presión del múltiple de admisión presente allí para ser alimentada a la cámara de combustión para la combustión.

45 El hidrógeno sirve como combustible, por un lado, y para reducir las emisiones nocivas, por el otro. Porque el hidrógeno se puede quemar casi sin contaminantes o al menos con un nivel particularmente bajo de contaminantes. Cuanto mayor sea la proporción de hidrógeno en una operación de combustible bivalente o trivalente, menor será la cantidad total de contaminantes producidos por la combustión simultánea de los dos o tres combustibles diferentes.

El diagrama característico de cantidad de gas se almacena en la unidad 18 de control adicional, en particular en un medio de almacenamiento. La cantidad de hidrógeno siempre se transmite al módulo de H_2 en forma de señal analógica o digital.

50 Además del valor de la carga, el diagrama característico de cantidad de gas preferiblemente también tiene la velocidad del motor como magnitudes de entrada. En particular, se activa un control de corriente a partir de estas magnitudes de entrada, preferiblemente a través de la cantidad de hidrógeno transmitida al módulo de H_2 , por el módulo de H_2 , que divide un gel de H_2 o agua ubicado en la celda 38 de H_2 en hidrógeno y oxígeno por electrólisis. La eficiencia máxima alcanzada es, de preferencia, de aproximadamente el 75 % de hidrógeno. En particular, la liberación continua de gas o hidrógeno o inyección de hidrógeno a través del puerto 40 de inyección de H_2 está determinada por el control de corriente.

55 El módulo 30 de H_2 está conectado preferiblemente a un sensor 39 de detonación. Un sensor 39 de detonación es

opcionalmente un sensor acústico para detectar un ruido de detonación, que generalmente es causado por un autoencendido no controlado de la mezcla de aire y combustible junto al frente de llama real. El sensor 39 de detonación controla preferiblemente los procesos de combustión de carga estratificada bivalente o trivalente, en particular de forma permanente o continua. Si el sensor 39 de detonación detecta quemaduras por detonación y se informa al módulo 30 de H₂, se transmite un mensaje de detonación desde el módulo 30 de H₂ al dispositivo de control adicional, en particular a través de la línea 52 de señal/control. El mensaje de detonación se transmite generalmente en forma de una señal analógica o digital al módulo de H₂ y/o a la unidad 18 de control adicional.

Un mensaje de detonación se usa preferiblemente como la magnitud de entrada para el diagrama característico de cantidad de gas. El diagrama característico de cantidad de gas está configurado en particular de tal manera que la cantidad de hidrógeno o el control actual para la producción de hidrógeno se reduce o retira preferiblemente paso a paso y/o en porcentaje hasta que se logra una combustión libre de detonaciones.

El diagrama característico de cantidad de gas es preferiblemente tal que, después de 20 combustiones libres de detonaciones, la cantidad de hidrógeno o el control actual para la producción de hidrógeno se incrementa preferiblemente por etapas y/o como un porcentaje hasta que la cantidad de hidrógeno se alcanza otra vez sin tener en cuenta los mensajes de detonación.

La unidad 18 de control adicional se configura preferiblemente de tal manera que, si la unidad 18 de control adicional detecta los procesos de combustión de detonación con reajuste durante un ciclo de conducción, la unidad 18 de control adicional cambia adaptativamente la curva característica por paso hasta el próximo reinicio del motor. Después de un reinicio del motor, la curva característica de control presente en la unidad 18 de control adicional o la cantidad de hidrógeno resultante del diagrama característico de cantidad de gas se acerca preferiblemente otra vez por paso hasta el límite de detonación, en particular para reposicionar la curva característica de control en el diagrama característico de cantidad de gas.

En la Figura 1, la introducción de un almacenamiento o tanque para el respectivo gel de H₂ o agua en la celda de H₂ es solo una representación esquemática de la Figura 1.

Módulo 28 de compensación lambda

El módulo 28 de compensación lambda tiene preferiblemente conexiones eléctricas para, en particular, las siguientes sondas de medición de gases de escape: sonda de medición de dióxido de circonio, sonda de medición de dióxido de titanio, sonda de medición plana como sonda 46 lambda, sonda de medición Nerst, sonda de medición LSU como sonda 46 lambda, sonda de bomba y/o sonda 45 de NO_x.

En particular, campos de datos de características de tensión y/o corriente se almacenan en el módulo 28 de compensación lambda para reconocer la sonda de medición de gases de escape correspondiente y registrar los valores medidos.

La sonda de gases de escape de dióxido de circonio como sonda 46 lambda es una sonda de medición que emite tensión. Una sonda 46 lambda, en particular la sonda de gas de escape de dióxido de circonio, y/o la sonda 45 de NO_x pueden tener preferiblemente un intervalo de trabajo de al menos -100 mV (gas de escape rico) y/o como máximo 900 mV (gas de escape pobre), en particular a un intervalo de temperatura de trabajo o temperatura de funcionamiento de al menos 500 °C y/o como máximo 800 °C, de preferencia, aproximadamente 650 °C. La sonda de gas de escape de dióxido de circonio 46 está dopada preferiblemente con arsénico para trabajar en el intervalo invertido de al menos -100 mV (gas de escape pobre) y/o como máximo 900 mV (gas de escape rico). Una tensión de preferiblemente 5000 milivoltios +/- 10 mV se aplica preferiblemente a la línea de sonda lambda de la sonda de gas de escape de dióxido de circonio 46 por la unidad 20 de control del motor, particularmente en la operación de gasolina, de modo que la sonda de gas de escape de dióxido de circonio trabaje como sonda 46 lambda en un intervalo de control de al menos 4500 mV (gas de escape rico) y/o como máximo 5500 mV (gas de escape pobre) o invertido de al menos 4500 mV (gas de escape pobre) y/o como máximo 5500 mV (gas de escape rico). Este cambio en el valor de tensión señala una mezcla de gases de escape rica o pobre definida y es utilizado por la unidad 20 de control del motor para controlar la cantidad de combustible por inyectar, en particular además de otras magnitudes de control.

La sonda de gases de escape de dióxido de titanio como la sonda 46 lambda es preferiblemente una sonda de medición de resistencia. La unidad 20 de control del motor aplica una tensión de 5000 mV +/- 10 mV y/o la sonda de gas de escape de dióxido de titanio 46 opera en un intervalo de control de al menos 4500 mV (gas de escape rico) y/o un intervalo de temperatura de operación/temperatura de operación de al menos aproximadamente 650 °C o como máximo 5500 mV (gas de escape pobre) o invertido de al menos 4500 mV (gas de escape pobre) y/o 5500 mV (gas de escape rico). Este cambio en el valor de tensión indica una mezcla de gases de escape rica o pobre definida y también es utilizado por la unidad 20 de control del motor para regular la cantidad de combustible por inyectar.

La sonda de gases de escape plana como sonda 46 lambda es una sonda de medición de corriente con una celda de medición y/o una celda de bomba. El intervalo de temperatura de trabajo/temperatura de funcionamiento es en particular de 500 °C a 800 °C, de preferencia, de aproximadamente 650 °C, siendo el valor teórico para la tensión de compensación de celda preferiblemente de 400 a 500 mV, preferiblemente de 450 mV. Si la tensión en la celda de medición se desvía de este valor, la celda de la bomba compensa hasta que se alcanza nuevamente el valor teórico.

En particular, esta compensación da como resultado un flujo de corriente que puede ser de al menos -3,5 mA (gas de escape rico) y/o como máximo de 3,5 mA (gas de escape pobre). Este cambio en el valor de corriente indica una mezcla de gases de escape rica o pobre definida y/o también es utilizada por la unidad 20 de control del motor para regular la cantidad de combustible por inyectar.

- 5 La sonda de gases de escape Nerst como sonda 46 lambda también se conoce como sonda de banda ancha y/o es una sonda de medición de corriente con una resistencia interna definida, en donde se usan dióxido de circonio, preferiblemente óxido de circonio (IV), en particular como membrana para la celda de la bomba opuesta a la celda de medición. Por lo general, la tensión de Nernst se regula de modo constante, que es preferiblemente al menos 2400 mV (gas de escape rico) y como máximo 3200 mV (gas de escape pobre). Básicamente, esto corresponde a una corriente de bomba de al menos 0 mA (gas de escape rico) y/o como máximo 100 mA (gas de escape pobre). Este cambio en el valor de corriente señala una mezcla de gases de escape rica o pobre definida y es utilizado por la unidad 20 de control del motor con referencia a la tensión inicial para regular la cantidad de combustible por inyectar.

- 15 La sonda de gases de escape LSU como sonda 45 de NOx también se conoce como sonda de banda ancha, pero en particular es una sonda de corriente límite de dos celdas de ZrO₂ planas. La sonda de gases de escape LSU comprende dos celdas y/o una celda de concentración de oxígeno potenciométrica del tipo Nernst y/o una celda de bomba de oxígeno amperométrica. Los componentes del gas de escape pueden difundirse a través del canal de difusión hacia los electrodos de la bomba y las celdas de Nernst, donde son llevados al equilibrio termodinámico. La electrónica de control registra la tensión U_N de Nernst de la celda de concentración y/o suministra a la celda de la bomba una tensión de bomba variable U_P. Si la U_N asume valores menores que el valor teórico, en particular, de aproximadamente 450 mV, el gas de escape es pobre y la celda de la bomba recibe una corriente tal que el oxígeno se bombea fuera del canal. Con los ricos gases de escape, por otro lado, U_N es mayor que el valor teórico y la dirección de la corriente se invierte para que la celda bombee oxígeno al canal. Este cambio en el valor de corriente se usa en la unidad 20 de control del motor para el control del diagrama característico lambda, preferiblemente de al menos -3,5 mA (gas de escape rico) y/o como máximo 4,5 mA (gas de escape pobre). La sonda de gases de escape LSU es particularmente adecuada para la medición de gases de escape diésel, ya que el intervalo de medición lambda se puede cubrir de 0,65 (gas de escape rico) a 10 (gas de escape/aire pobre).

- 30 Las sondas 45 de medición de NOx, como generalmente se ofrecen y se encuentran en los vehículos de motor, funcionan esencialmente de manera similar a las sondas de banda ancha. En la primera celda (celda de la bomba), los átomos de oxígeno que aún están presentes son ionizados y bombeados por la cerámica. En la segunda celda, los óxidos de nitrógeno se descomponen en la misma corriente de gas de escape utilizando una sustancia catalíticamente activa y se mide el contenido de oxígeno (presión parcial). El oxígeno que ahora está presente debe haber sido generado por la descomposición de los óxidos de nitrógeno. Esto permite sacar conclusiones sobre los óxidos de nitrógeno. El cambio en el valor de corriente se transmite a la unidad 20 de control del motor y se evalúa para determinar si el combustible quemado era demasiado rico o demasiado pobre y/o qué proporción de óxido de nitrógeno está presente en el gas de escape.

- 40 En la operación bivalente o trivalente de GLP, en particular con GLP y/o hidrógeno, la sonda 45 de NOx y/o la sonda 46 lambda enviarán un valor medido al módulo 28 de compensación lambda, dependiendo de la variante de control y/o en conexión con gasolina proporcional o combustible diésel, que como resultado de las diversas propiedades químicas del combustible líquido y el combustible de gas líquido no están correlacionadas de acuerdo con el plan con la relación actual de lambda y/o la relación de óxido de nitrógeno. Como se describió inicialmente, los datos de medición así obtenidos no son adecuados para la unidad 20 de control del motor para procesar o calcular correctamente la relación lambda o la relación de óxido de nitrógeno en el diagrama característico de gasolina o diésel y/o para llevar a cabo un control lambda adecuado.

- 45 El módulo de compensación lambda preferiblemente integrado 28, que está dispuesto en particular entre la unidad 20 de control del motor y la sonda 45 de NOx y/o la sonda 46 lambda, hace posible que, en la operación de combustible bivalente o trivalente, por ejemplo, a base de GLP, hidrógeno y/o gasolina o diésel, las señales de medición de la sonda 45 de NOx y/o la sonda 46 lambda se transmitan directamente al módulo 28 de compensación lambda.

En una realización, el módulo 28 de compensación lambda está conectado directamente, en particular en paralelo a la conexión a la unidad 20 de control del motor, a la unidad 18 de control adicional.

- 50 En el módulo 28 de compensación lambda, se lleva a cabo una corrección del valor de señal para la adaptación de compensación lambda de las señales de medición que se originan desde la sonda 46 lambda y/o la sonda 45 de NOx a las condiciones cambiadas en la operación de combustible bivalente o trivalente, en particular empíricamente, es decir, procesando con valores de referencia o curvas basadas en la experiencia, y/o por un homomorfismo de álgebra de Lie en relación con la fórmula para cortar tablas a través de un diagrama característico de compensación lambda/NOx.

55 En una realización, una corrección del valor de señal para el ajuste de desplazamiento lambda de las señales de medición que se originan desde la sonda 46 lambda y/o la sonda 45 de NOx se lleva a cabo por medio de un diagrama característico de compensación, en particular del módulo 28 de compensación lambda.

5 La unidad 18 de control adicional se transmite preferiblemente a través de la línea 48 de datos, en particular directamente al módulo 28 de compensación lambda, desde la sonda 45 de NOx y/o la sonda 46 lambda para la corrección del valor de la señal. Los valores medidos se transmiten preferiblemente a la unidad 20 de control del motor después de la corrección del valor de la señal para la adaptación de la compensación lambda por el módulo 28 de compensación lambda, preferiblemente a través de la línea 49 de señal, preferiblemente en paralelo y/o en forma simultánea. La unidad 20 de control del motor, a su vez, puede regular de manera confiable el tiempo de inyección para combustible líquido sobre la base de los valores medidos corregidos del módulo 28 de compensación lambda incluso en la operación de combustible bivalente o trivalente.

10 En particular, una línea de señal desde la unidad 20 de control del motor para controlar las válvulas de inyección para inyectar un combustible líquido en el motor 19 no está conectada directamente a las válvulas de inyección, sino solo indirectamente a través de la unidad 18 de control adicional. Esto asegura que, en la operación de GLP, la unidad 20 de control del motor no pueda controlar las válvulas de inyección respecto de la apertura o el cierre si la unidad 18 de control de estado lo bloquea. De este modo, se puede evitar una alteración del funcionamiento del GLP por la unidad 20 de control del motor.

15 Con este procedimiento de control de doble vía, la unidad 20 de control del motor siempre recibe los valores medidos corregidos correctamente sobre la base de las señales de medición de la sonda 46 lambda y/o la sonda 45 de NOx para la operación de gas líquido bivalente o trivalente. La unidad 20 de control del motor, por lo tanto, no crea diagramas característicos de gasolina o diésel falsos y engañosos.

Módulo 29 de seguridad

20 El módulo 29 de seguridad sirve para proteger el motor 19 contra temperaturas de combustión excesivamente altas. En particular, el módulo 29 de seguridad está conectado a un sensor 41 de detonación y/o una sonda 42 de medición de temperatura de gases de escape. Debido a la operación bivalente con un combustible de gas líquido, en particular GLP, y el hidrógeno o en la operación de combustible trivalente con gasolina o diésel adicional, se puede alcanzar una temperatura de llama laminar o turbulenta de hasta aproximadamente 3100 °C cuando el motor 19 está funcionando a plena carga. Los componentes del motor 19 pueden soportar dicho aumento de temperatura o temperatura alta durante un corto tiempo. Sin embargo, si los componentes del motor 19 están expuestos a temperaturas excesivamente altas durante mucho tiempo, el sobrecalentamiento de los componentes del motor y/o de los materiales operativos, como por ejemplo, aceite del motor, producen daño al motor. Para evitar una temperatura excesivamente alta o un sobrecalentamiento del motor 19 debido a la combustión, la temperatura del gas de escape se mide en el flujo del gas de escape mediante la sonda 42 de medición de temperatura del gas de escape, en particular en forma continua, preferiblemente en funcionamiento con gas líquido. Si se excede un umbral de temperatura, que representa un límite a una temperatura excesivamente alta, el módulo 29 de seguridad detecta cuándo se alcanza el umbral de temperatura y envía una señal de advertencia a la unidad 18 de control adicional.

35 En particular, la temperatura umbral en un motor de gasolina es de al menos 800 °C y/o como máximo de 1100 °C, de preferencia, de aproximadamente 1100 °C, que en general corresponde a la temperatura del gas de escape a plena carga.

En particular, la temperatura umbral en un motor diésel es de al menos 600 °C y/o como máximo de 800 °C, de preferencia, de aproximadamente 800 °C, que en general corresponde a la temperatura del gas de escape a plena carga.

40 Los límites superiores de los valores umbral dados con anterioridad no deben excederse bajo ninguna circunstancia durante la operación a plena carga en la operación de gas líquido bivalente o trivalente para evitar daños al motor.

45 En particular, la unidad 18 de control adicional está conectada preferiblemente al módulo 29 de seguridad a través de la línea 53 de señal o de control. La unidad 18 de control adicional preferiblemente transmite información al módulo de seguridad 19 sobre si el motor 19 es un motor de gasolina o diésel, de modo que la temperatura umbral correspondiente al tipo de motor pueda definirse en el módulo 29 de seguridad.

Si la sonda 42 de medición de la temperatura de los gases de escape transmite al módulo 29 de seguridad una temperatura de los gases de escape excesivamente alta, es decir, por encima del umbral de temperatura, se envía un impulso de desconexión a través de la unidad 18 de control adicional, de modo que la operación de gas licuado de petróleo bivalente en particular se puede apagar de inmediato.

50 De preferencia, la unidad 18 de control adicional vuelve automáticamente al modo de combustible líquido, en particular si se ha detectado un mal funcionamiento de la unidad 18 de control adicional o si no hay combustible de gas líquido disponible, y preferiblemente a través de un interruptor 54 que, en particular, puede mostrar tal cambio al usuario por la posición del interruptor 54.

55 En particular, el usuario puede desactivar la unidad de control adicional accionando manualmente el interruptor 54. Entonces solo funciona la unidad 20 de control del motor. Esta operación no puede llamarse operación maestro-esclavo porque ya no hay ningún esclavo activo. La unidad de control adicional está completamente apagada, por lo que la unidad de control del motor vuelve a funcionar como maestro.

5 En particular, cuando el interruptor 54 no está desactivado, la unidad 18 de control adicional siempre funciona en modo maestro y la unidad 20 de control del motor siempre funciona en modo esclavo. Por esta razón, el módulo de compensación lambda y/o la conversión de la señal con el tiempo de inyección de la unidad 20 de control del motor en calor para simular una conexión intacta a una válvula de inyección asegura que la unidad 20 de control del motor permanezca siempre funcional, de modo que una conmutación a la operación de combustible líquido bajo control y/o regulación solo por la unidad 20 de control del motor sea posible en cualquier momento.

10 El sensor 41 de detonación, que está conectado directamente al módulo 29 de seguridad, informa cada proceso de combustión con una sensibilidad de al menos 18 mV/g y/o como máximo 34 mV/g, en particular en el intervalo de medición de al menos 1 kHz y/o como máximo 20 kHz. Con un proceso de combustión normal en reposo hasta el intervalo de carga completa en el modo de combustión de gas bivalente o trivalente de motores de gasolina o diésel, pueden producirse oscilaciones de presión de combustión entre 1 kHz y 15 kHz. Por lo general, no es la frecuencia de la combustión de detonación lo que es decisivo para el daño previo o daño al motor 19, sino la intensidad de detonación. El sensor 41 de detonación detecta y transmite preferiblemente la frecuencia y/o el nivel de salida de la tensión en mV de la frecuencia de detonación.

15 Una variable de tensión de al menos -450 y/o como máximo +450 mV se almacena preferiblemente en el módulo 29 de seguridad, de modo que, por ejemplo, si se excede una tensión umbral de 900 mV Uss, se envía un impulso de desconexión a la unidad 18 de control adicional. En particular, el modo de combustible bivalente y/o trivalente se apaga inmediatamente y/o la unidad 18 de control adicional vuelve al modo de combustible líquido y/o se visualiza un mensaje de error a través del interruptor 54.

20 Diagnosis OBD (Onboard Diagnose)

25 La unidad 18 de control adicional tiene la capacidad de OBD completa como una unidad 20 de control de motor convencional y/o instalada por el fabricante del vehículo. En particular, los datos se intercambian con la unidad 20 de control del motor esclavo a través de la línea 47 de datos de OBD con el fin de supervisar la función. La OBD generalmente describe la capacidad de una unidad de control para comprobarse de manera continua y preferiblemente a sí misma y/o al entorno en relación con un comportamiento determinado o un estado planificado. En particular, el legislador requiere pruebas continuas del comportamiento de los gases de escape, tanto para un automóvil como para un camión.

30 En particular, se usa una unidad 18 de control adicional totalmente compatible con OBD (Figura 7) para un motor de gasolina o diésel en operación bivalente o trivalente, preferiblemente con inyección de gas GLP y de H₂, dependiendo de la calidad de combustión de H_s de la mezcla 2, 21 de gases por determinar en relación con el arranque de gas particularmente bivalente para lograr una combustión óptima con la minimización asociada de las emisiones de escape.

35 En una realización, la unidad 18 de control adicional es particularmente adaptable, en donde una unidad 20 de control de motor existente funciona preferiblemente como esclava y la unidad 18 de control adicional, como maestra, de modo que la unidad 18 de control adicional puede hacer que se inyecte combustible líquido de gas y/o hidrógeno independientemente de la unidad 20 de control del motor selectivamente a cada cilindro del motor 19.

40 En particular, en un motor de aspiración de gasolina, también llamado aspiradora o motor turbo, al reprogramar la unidad 18 de control adicional en funcionamiento con gas, los inyectores o las válvulas de gasolina se desconectan, por lo que solo el combustible de gas líquido se alimenta preferentemente al motor 19 en forma selectiva a cada cilindro. La unidad 18 de control adicional funciona preferiblemente en base a la inyección, teniendo en cuenta una carga de cámara de combustión homogénea. Dado que los motores modernos de inyección directa de gasolina para gasolina y un motor diésel funcionan con la falta de homogeneidad de la mezcla de combustible y aire entre lambda 1,4 y lambda 3, la unidad 18 de control adicional controla el módulo de compensación H₂, con lo cual a través del puerto de inyección para el gas de hidrógeno se suministra continua y/o simultáneamente el gas H₂ a los cilindros correspondientes a través del conducto de admisión de aire dependiendo de la carga del motor y/o el comportamiento de los gases de escape.

45 La unidad 18 de control adicional en particular comprende un dispositivo de inyección, que puede asignarse a un cilindro del motor 19 y/o servir para detectar el estado operativo actual del motor 19 durante la operación.

50 En particular, la unidad 18 de control adicional comprende un controlador OBD integrado o un control OBD integrado y/o una interfaz OBD, en donde se soportan preferiblemente protocolos de bus de datos ISO y/o CAN, con lo que, en particular, se puede establecer la conexión a la unidad 20 de control del motor y/o una ECU (unidad de control electrónico) de gasolina. De esta manera, se pueden obtener datos del integrador tanto a corto como a largo plazo para la detección de un estado operativo del motor.

55 En particular, la inyección de gas de combustible de gas líquido y/o hidrógeno se realiza mediante procesos de control y regulación, en particular sobre la base del diagrama característico de inyección de gas y/o el diagrama característico de cantidad de gas con respecto a una inyección de gas actual que ha sido precedida por dos inyecciones de gas.

En particular, esto es seguido por un ajuste fino de la señal de inyección de gas calculada en el momento actual, es

decir, el tiempo de inyección de gas o la cantidad (volumen) de inyección de gas tal como la cantidad de hidrógeno.

La unidad 20 de control del motor no influye, es decir, regula o reajusta independientemente, la operación bivalente de gas líquido. Esto es posible en particular por el hecho de que la unidad 18 de control adicional es independientemente capaz de OBD y puede funcionar. Al integrar la sonda 46 lambda y/o la sonda 45 de NOx, el módulo 28 de compensación lambda, el módulo 30 de H₂ y/o el módulo 29 de seguridad, se garantiza el funcionamiento maestro en motores de gasolina y diésel con gas líquido.

En particular, en un motor de inyección directa de gasolina, se alimenta preferentemente el 80 % de GLP, 10 % de H₂ y 10 % de gasolina al motor 19. En particular, 70 % de GLP, 10 % de H₂ y 20 % de diésel se suministran preferiblemente en un motor de inyección diésel. Los porcentajes se relacionan con la fracción de volumen o la fracción de peso.

La Figura 2 muestra el control de inyección de gas bivalente para un motor de gasolina. La unidad de control adicional bivalente 18 reconoce la carga instantánea del motor a través de la tensión de salida del sensor 43 de presión del colector de admisión (línea vertical a 1,4 V en el eje X). Estos datos de carga del motor se almacenan de una manera que se puede adaptar hasta cierto punto en el diagrama característico de la Figura 5, es decir, como valores de salida para un cálculo adicional y/o una adaptación, corrección y/o compensación adicional para obtener el tiempo de inyección de gas para GLP y/o la cantidad de inyección de hidrógeno y otras magnitudes de resultado como, por ejemplo, un enriquecimiento por aceleración, etc. El cálculo actual de la carga del motor (Figura 5), el diagrama característico de control de mezcla de gases (Figura 4) y la adaptación de compensación lambda, es decir, el control o regulación de compensación lambda (Figura 6) conducen al tiempo de inyección de gas GLP que se muestra en la curva o curva característica superior de la curva de la Figura 2, así como en la tabla indicada en la Figura 2 a continuación se muestran como GLP en ms.

El diagrama característico de carga del motor adaptativo (Figura 5) en particular también da como resultado la cantidad de inyección de hidrógeno, que corresponde a la curva o curva característica inferior en la Figura 2 y se indica en la tabla que se muestra en la Figura 2 a continuación como H₂ en [A], es decir, en amperios de la señal al módulo 38 de H₂.

En un sistema de motor de gasolina de la Figura 2, no se suministra gasolina al motor en modo GLP. Por lo tanto, en la tabla que figura a continuación en la Figura 2, "gasolina" recibe un cero y no se muestra ninguna curva para gasolina en el diagrama.

En un sistema de inyección directa de gasolina (no mostrado en la Figura 2), el tiempo de inyección de gasolina para enfriar las boquillas de inyección de gasolina se calcula como un porcentaje a través del diagrama característico de carga adaptativa del motor (Figura 5), que, como con el diésel en la Figura 3, se agregaría al diagrama como una tercera curva.

La Figura 3 muestra el control de inyección de gas bivalente para un motor diésel. La unidad 18 de control adicional bivalente reconoce la carga instantánea del motor a través de la tensión de salida del sensor 44 de presión del riel (línea vertical a 1,0 V en el eje X). Un sensor 34 de presión del colector de admisión se usa para almacenar adaptativamente los datos de carga del motor en el diagrama característico de la Figura 5, es decir, como valores de salida cambiables, en los que se basan los cálculos y/o ajustes adicionales para obtener el tiempo de inyección de gas para GLP y/o la cantidad de inyección de hidrógeno y otras magnitudes de resultado tales como, por ejemplo, enriquecimiento por aceleración, etc. El cálculo actual de la carga del motor (Figura 5), el diagrama característico de control de la mezcla de gases (Figura 4) y el ajuste de compensación lambda (Figura 6) conducen al tiempo de inyección de gas GLP que, como en la Figura 2, corresponde a la más alta de las tres curvas al comienzo y al final del diagrama y en la tabla enumerada abajo en la Figura 3 se indica como GLP en ms.

El diagrama característico de carga del motor adaptativo (Figura 5) da como resultado la cantidad de inyección de hidrógeno, que se muestra como la curva o curva característica media en la Figura 3 y se muestra en la tabla que se muestra en la Figura 3 a continuación como H₂ en [A], es decir, en amperios de la señal al módulo 38 de H₂.

Para encender el combustible, la cantidad de inyección de diésel que se liberará se calcula como un porcentaje utilizando el diagrama característico de carga adaptativa del motor (Figura 5), que corresponde a la más baja de las tres curvas o curvas características en la Figura 3 y también se indica en la tabla que se muestra en la Figura 3 a continuación bajo el nombre de "Diésel".

El fabricante o un taller pueden cambiar los valores básicos en cualquier momento en la tabla y en los diagramas característicos de las Figuras 2 y 3. En el estado de entrega, la unidad 18 de control adicional bivalente está preferiblemente bloqueada, de modo que terceros no pueden realizar ajustes o regulaciones relevantes para el gas de escape.

El diagrama característico de control de inyección de gas, que se determinó sobre la base de la temperatura del gas, la presión del gas, la conductividad del gas (conductividad térmica-resistencia efectiva-densidad del gas), permite que el módulo 7 de análisis de mezcla de gases dé una señal de tensión definida (se muestra el valor calorífico H_s Voltio) o una señal digital de 8 bits correspondiente como medida de la calidad del gas. En la Figura 4, esta señal determina el punto grande entre 1,2 V y 1,4 V en el eje X. El diagrama característico de control de mezcla de gases creado en

forma adaptativa (curva o curva característica de la Figura 4 con puntos representados discretamente) indica si el tiempo de inyección de gas debe aumentarse o disminuirse en términos porcentuales para lograr el factor lambda de una combustión estequiométrica durante la inyección de gas (suponiendo una mezcla homogénea). Para fines de control, la Figura 4 muestra la tensión de funcionamiento ("tensión de suministro") del módulo 7 de análisis de mezcla de gases y la salida de tensión real para el valor calorífico de la mezcla de gases H_2 existente en voltios.

La Figura 5 muestra el diagrama característico de carga del motor adaptativo. La línea característica del motor (curva superior izquierda con puntos redondos discretos) se crea en forma adaptativa mientras se conduce por el sensor 43 de presión del colector de admisión (presión negativa/kPa) en relación con el tiempo de inyección de gas. En el diagrama representado en la Figura 5, se muestra el diagrama característico de carga adaptativa del motor junto con la curva característica de inyección de gas (curva inferior con puntos de medición discretos cuadráticos), que se determinan en forma adaptativa mediante el diagrama característico de control de mezcla de gases de la Figura 4, el control de compensación lambda de la Figura 6 y la carga del motor determinada por el sensor 43 de presión del colector de admisión. El punto de carga actual (a aproximadamente 2,6 ms en el eje X y aproximadamente -36 % en el eje Y) determina el tiempo de inyección de gas GLP y la cantidad de hidrógeno que se liberará para el motor de gasolina (Figura 2) y el motor diésel (Figura 3).

La Figura 6 muestra el control de compensación lambda (módulo 28 de compensación lambda), en donde las diversas sondas se enumeran una al lado de la otra, cada una con una barra izquierda como señal original de la sonda y una barra derecha como señal adaptada que se pone a disposición de la unidad 18 de control adicional en caso de operación de gas líquido para adaptar el tiempo y/o la cantidad de inyección de gas (por ejemplo, GLP y H_2) de acuerdo con la Figura 5. En funcionamiento monovalente, la señal original (barra izquierda en cada caso) se alimenta a la unidad 20 de control del motor. La barra derecha con la señal lambda modificada o adaptada por el control de compensación lambda, en una realización procesada por curvas de valores de referencia, por el homomorfismo de álgebra de Lie en relación con la fórmula de corte de tablas, se suministra a la unidad 20 de control del motor para ulterior procesamiento y/o verificación, de modo que no se realice ningún cambio de diagrama característico lambda no deseado e incorrecto en la unidad 20 de control del motor. Cuando el modo GLP está apagado, el motor puede continuar funcionando inmediatamente en forma monovalente sin un control incorrecto de la unidad 20 de control del motor.

La Figura 7 muestra que la unidad 18 de control adicional presenta su propia OBD de funcionamiento completamente independiente. De esta manera, todos los sistemas que influyen en los gases de escape se pueden monitorear durante la operación de conducción y/o también se puede acceder a los datos de otros dispositivos de control del vehículo, cuyos datos son accesibles por el software. Los errores que se producen se indican al conductor mediante, por ejemplo, una luz de advertencia y, en particular, se almacenan permanentemente en la unidad 18 de control adicional y también en la unidad de control respectiva. Los mensajes de error pueden ser consultados posteriormente por un taller especializado a través de interfaces estandarizadas. Los códigos (los llamados códigos P0) se establecen en la norma ISO 15031-6.

Lista de símbolos de referencia:

1 sensor de temperatura

2 mezcla de gases

3 tanque de gasolina

4 válvula múltiple

5 flotador

6 línea de GLP

7 módulo de análisis de mezcla de gases

8 sensor de conductividad de gas

9 sensor de presión

10 primera válvula de cierre controlada a distancia

11 evaporador y/o regulador de presión

12 lado de baja presión

13 salida de línea

- 14 línea flexible de baja presión
- 15 filtro centrífugo
- 16 primer distribuidor
- 17 válvula de inyección de gas
- 5 18 unidad de control adicional
- 19 motor
- 20 unidad de control del motor
- 21 fase de vapor
- 22 línea de señal para la temperatura del gas
- 10 23 línea de control para la válvula de inyección de gas
- 24 línea de señal o línea de control para el sensor de conductividad de gas
- 25 sensor de temperatura del gas
- 26 línea de control para las señales de inyección de gasolina/diésel
- 27 dispositivo de inyección
- 15 28 módulo de compensación lambda
- 29 Módulo de seguridad
- 30 módulo de H₂
- 31 conexión de extracción con válvula para gas en fase de vapor
- 32 línea de gas para gas en fase de vapor
- 20 33 segunda válvula de cierre controlada a distancia para gas en fase de vapor
- 34 suministro de agua caliente para el evaporador/regulador de presión
- 35 línea de control para la segunda válvula de cierre controlada a distancia
- 36 línea de control para la primera válvula de cierre controlada a distancia
- 37 sensor de temperatura del agua en el evaporador y/o regulador de presión
- 25 38 celda de H₂ o celda de hidrógeno
- 39 sensor de detonación para el módulo de H₂
- 40 puerto de entrada de H₂
- 41 sensor de detonación para el módulo de seguridad
- 42 sonda de medición de temperatura de gases de escape
- 30 43 sensor de presión del colector de admisión
- 44 sensor de presión de riel
- 45 sonda de NOx
- 46 sensor lambda
- 47 línea de datos de OBD

ES 2 804 107 T3

- 48 primera línea de datos de compensación lambda para la unidad de control adicional
- 49 segunda línea de datos de compensación lambda para la unidad de control del motor
- 50 línea de control para la válvula de suministro controlada a distancia
- 51 válvula de suministro controlada a distancia
- 5 52 señal o línea de control para el módulo de H₂
- 53 señal o línea de control para el módulo de seguridad
- 54 interruptor
- 55 espacio del evaporador y/o regulador de presión

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para determinar un tiempo de inyección y/o una cantidad de un combustible de gas líquido por suministrar, como GLP, gas natural, gas natural licuado, biogás o hidrógeno, para operar el motor (19) en un modo de combustible bivalente o trivalente, en el que la cantidad por suministrar a un cilindro de un motor (19) a una velocidad de suministro constante o velocidad de flujo del combustible de gas líquido al cilindro puede describirse por el tiempo de inyección,
- 10 en el que el dispositivo se configura de tal manera que el tiempo de inyección determinado del combustible de gas líquido depende de un valor calorífico determinado o un valor característico de mezcla de gases determinado, con un diagrama característico de control de mezcla de gases que se configura de manera tal que se puede determinar un factor de adaptación de la mezcla de gases sobre la base del valor calorífico determinado o el valor característico de la mezcla de gases determinado, del cual depende el tiempo de inyección determinado,
- 15 caracterizado porque el dispositivo comprende un sensor (9) de conductividad de gas para medir una conductividad eléctrica de la mezcla (2, 21) de gases del combustible de gas líquido, siendo la conductividad eléctrica la capacidad de la mezcla (2, 21) de gases para conducir corriente eléctrica, y el dispositivo está configurado de tal manera que el valor calorífico o el valor característico de la mezcla de gases se determina sobre la base de la conductividad eléctrica medida.
2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo para un combustible gaseoso líquido en forma de una mezcla (2, 21) de gases se configura de manera que el valor calorífico o el valor característico de la mezcla de gases se pueda determinar en función de una composición actual de la mezcla (2, 21) de gases.
- 20 3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que el sensor (9) de conductividad de gas comprende un ánodo y un cátodo y/o el sensor (9) de conductividad de gas está configurado de manera que se aplica una tensión constante entre el ánodo y el cátodo para medir la conductividad eléctrica y se puede alimentar una corriente de medición a través de la mezcla (2, 21) de gases en la fase (2) líquida o en la fase (21) gaseosa.
- 25 4. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo comprende un sensor (1) de temperatura para medir la temperatura de la mezcla (2, 21) de gases del combustible de gas líquido y un sensor (8) de presión para medir la presión de la mezcla (2, 21) de gases del combustible de gas líquido y/o el dispositivo está configurado de tal manera que el valor calorífico o el valor característico de la mezcla de gases se determina sobre la base de la temperatura medida y la presión medida, pudiéndose calcular la densidad de la mezcla (2, 21) de gases usando la temperatura y la presión y/o un diagrama característico de análisis de mezcla de gases tiene las magnitudes de entrada conductividad del gas, temperatura y densidad de la mezcla (2, 21) de gases.
- 30 5. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo, en particular el módulo (18) adicional, comprende un diagrama característico de cantidad de gas para determinar la cantidad por suministrar, preferiblemente de hidrógeno, en función de la carga actual del motor y/o la velocidad actual del motor.
- 35 6. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo es una unidad de control adicional preferiblemente adaptable (18).

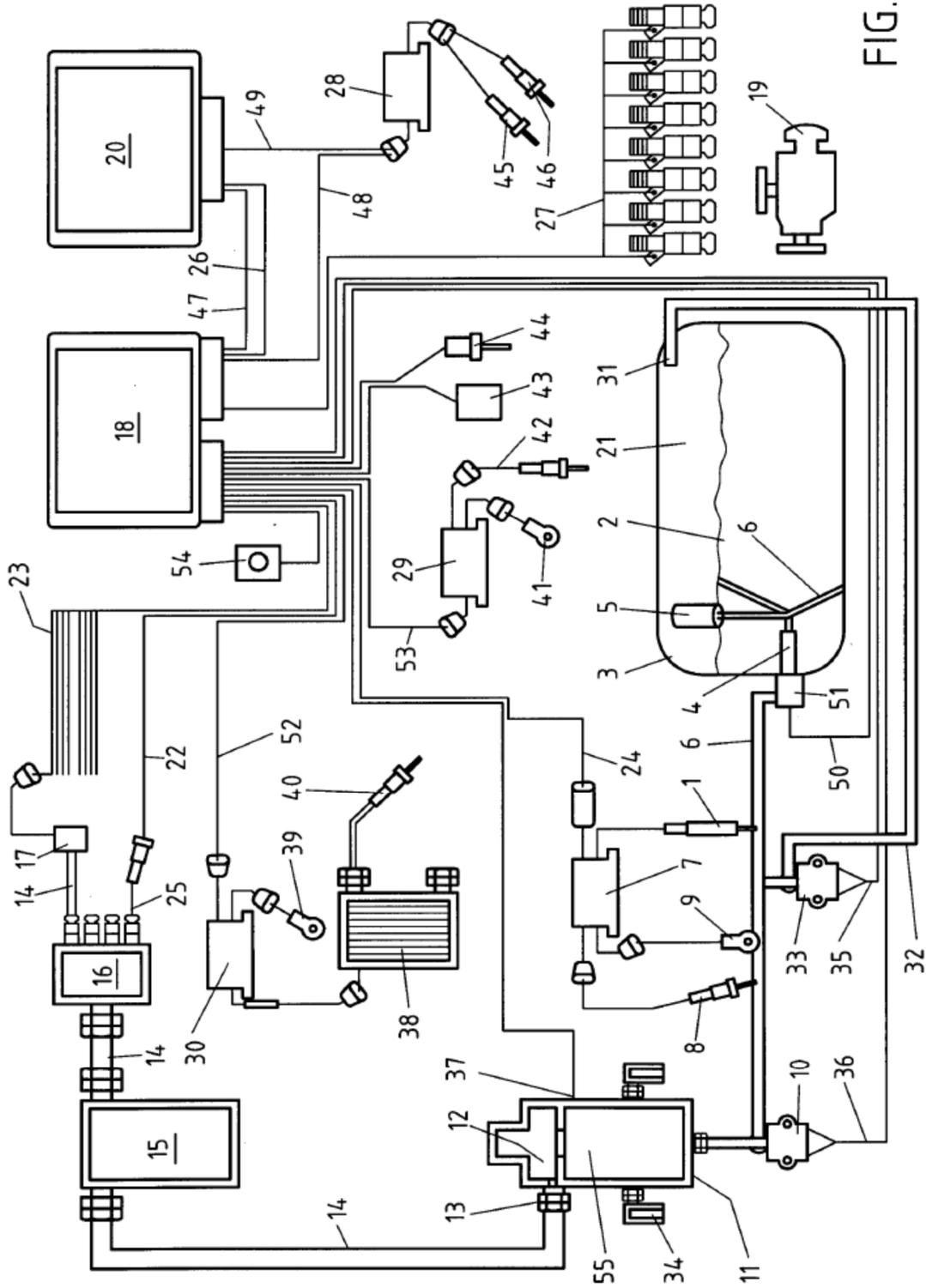
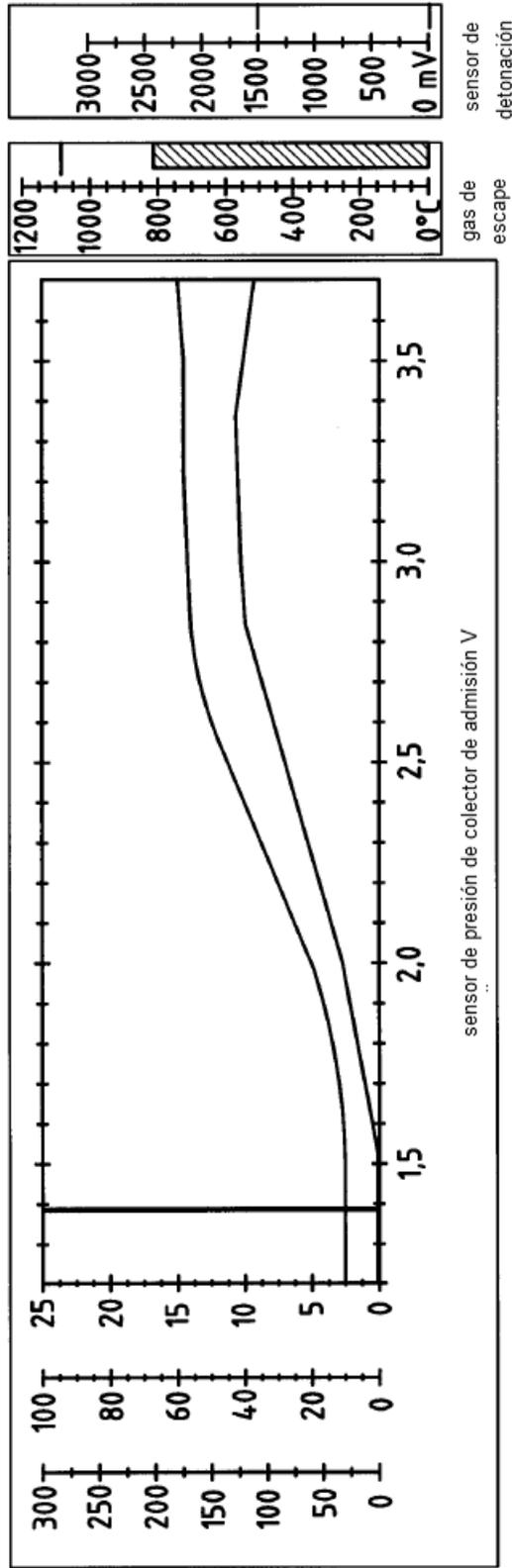
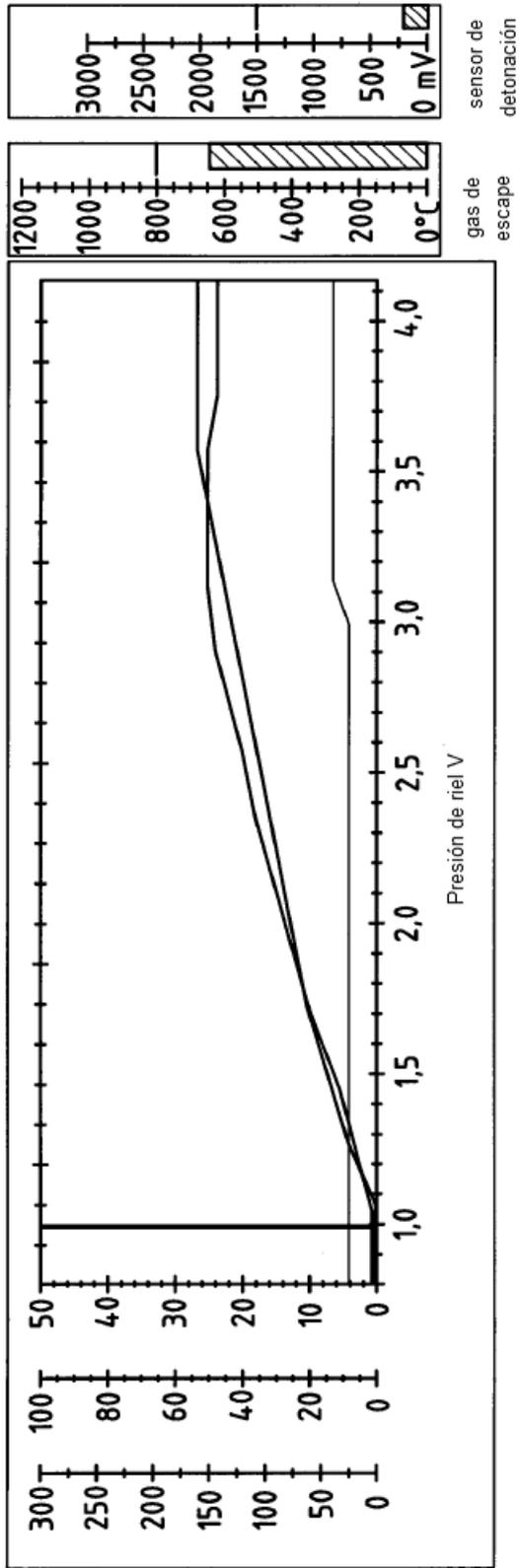


FIG.1



sensor de presión V	1,20	1,37	1,53	1,70	1,87	2,03	2,20	2,37	2,53	2,70	2,87	3,03	3,20	3,37	3,53	3,70
LPG ms	2,0	2,0	2,0	2,4	3,6	5,2	7,4	9,4	11,8	13,6	14,4	15,0	15,1	15,1	15,1	15,6
H ₂ A	1	1	1	5	10	17	17	18	20	24	25	27	24	20	18	17
gasolina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FIG.2



Presión de riel V	0,80	1,11	1,46	1,68	1,90	2,12	2,34	2,56	2,78	3,00	3,22	3,44	3,66	3,88	4,10
LPG ms	1,0	2,6	6,6	10,6	12,6	14,6	17,6	19,6	21,6	23,6	25,6	27,6	28,0	28,0	28,0
H ₂ A	1	5	5	9	10	17	18	20	24	25	24	24	20	20	20
Diésel	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	12	12	12	12	12

FIG.3

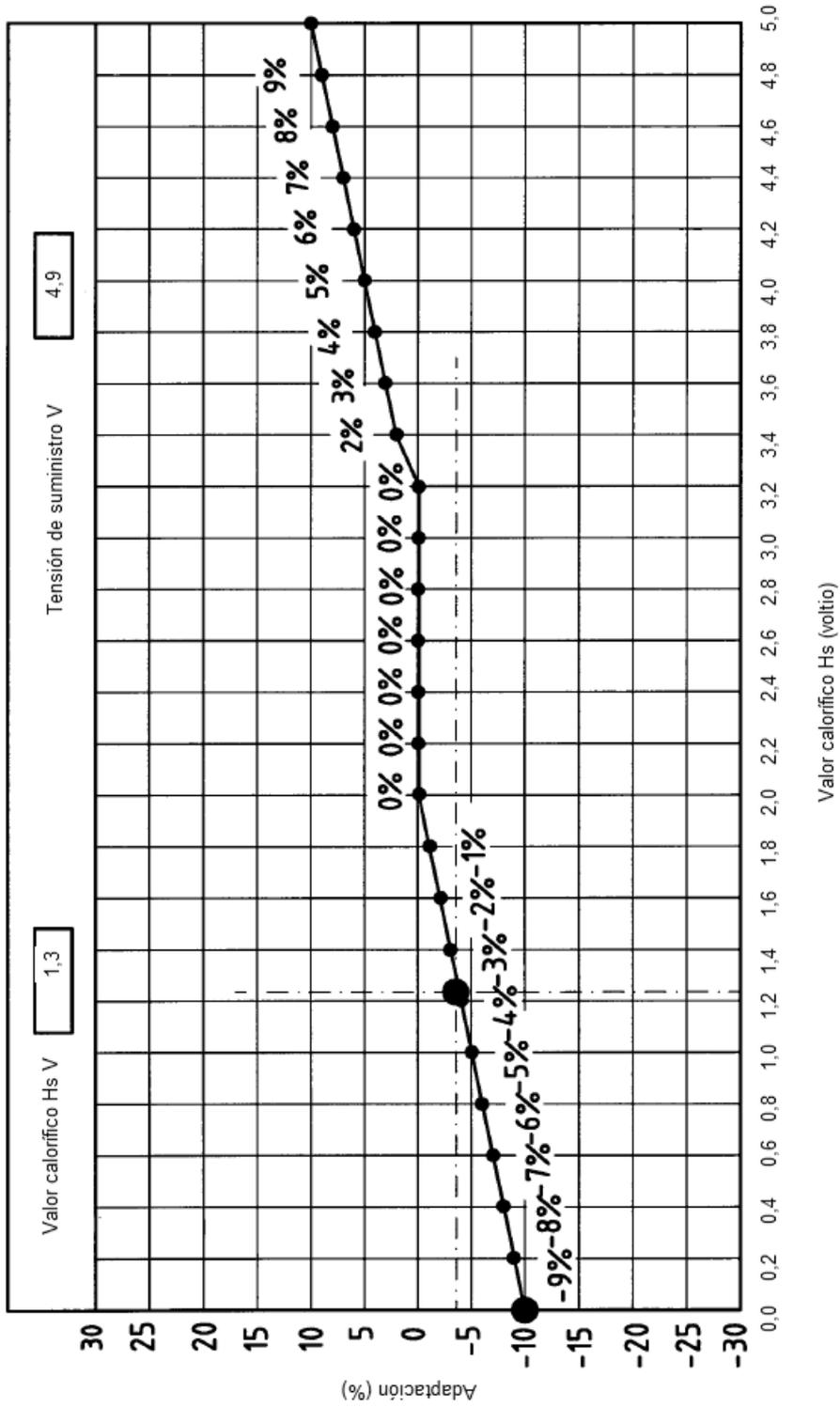


FIG.4

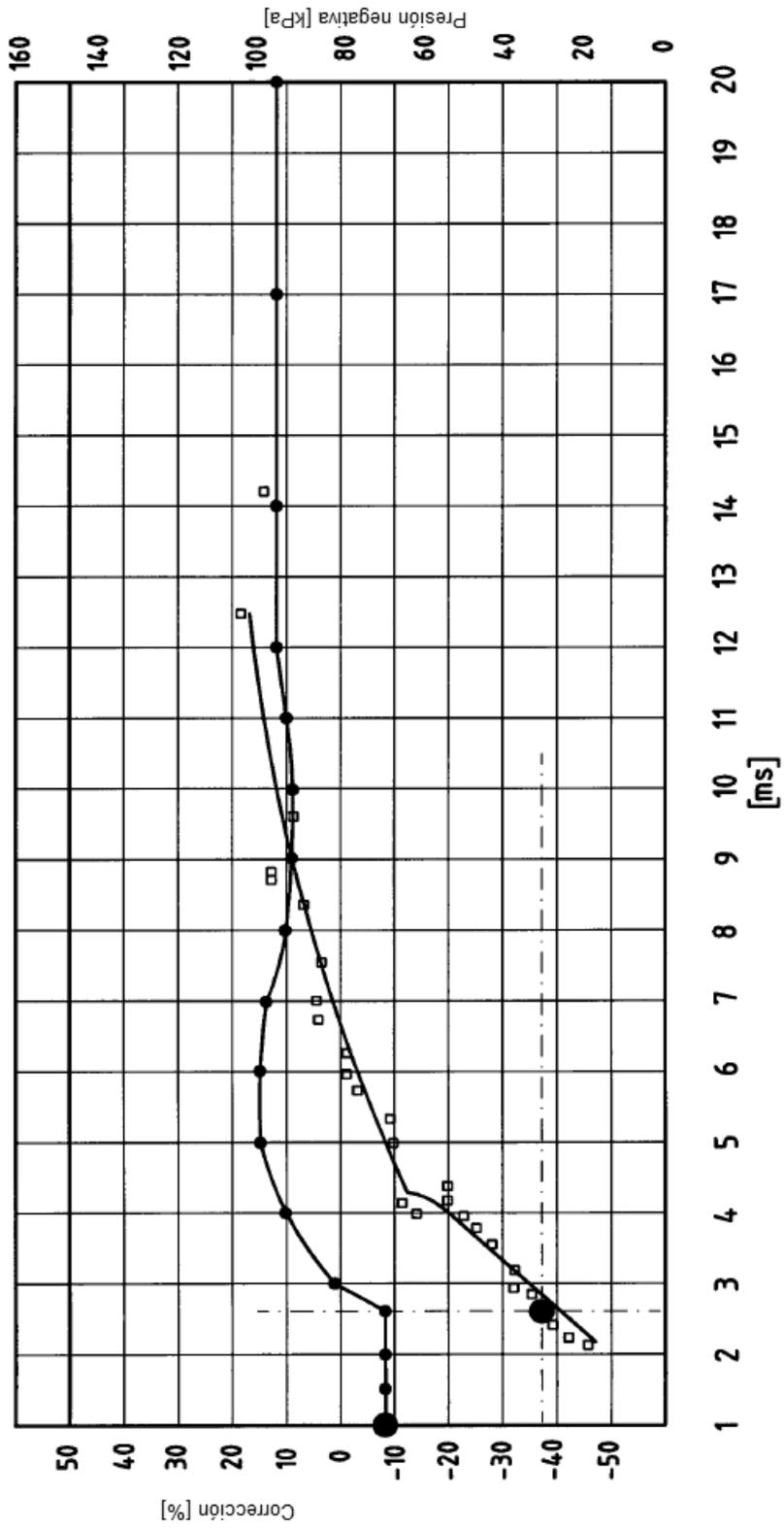


FIG.5

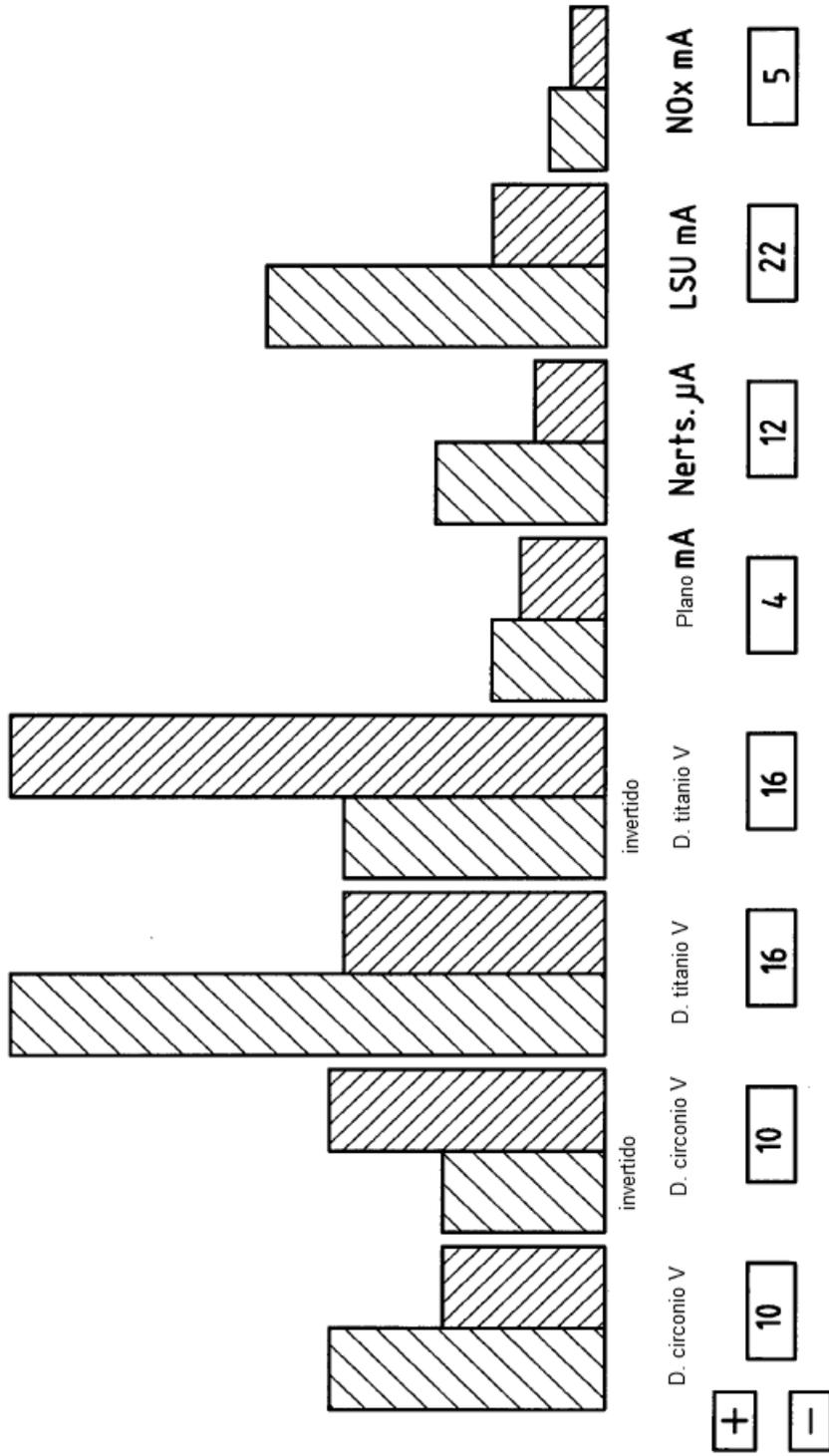


FIG.6

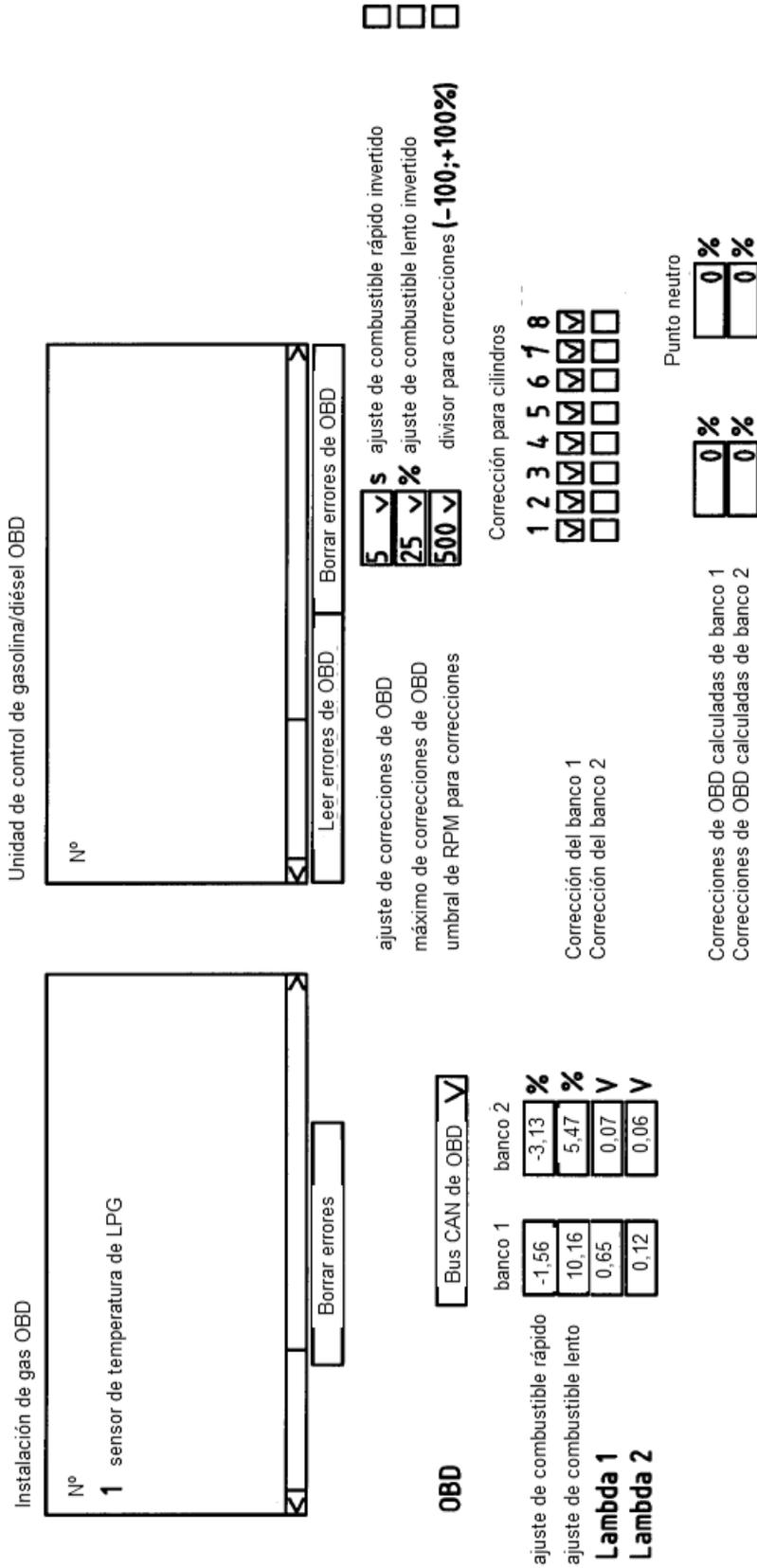


FIG.7