# DISPOSITIVO PARA UN FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR MEDIANTE COMBUSTIBLE DE GAS LÍQUIDO Y PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE UN TIEMPO DE INYECCIÓN DE UN COMBUSTIBLE DE GAS LÍQUIDO EN FORMA DE UNA MEZCLA DE GASES

DESCRIPCIÓN

La invención se refiere a un dispositivo y un procedimiento para un funcionamiento de un motor en un modo de combustible bivalente o trivalente con un combustible de gas líquido como, por ejemplo, gas licuado de petróleo (GLP), gas natural (GNC), gas natural licuado (GNL), biogás o hidrógeno (H2).

En un motor de gasolina o motor diésel, por regla general un aparato de control de motor se ocupa de que gasolina o diésel sea alimentado al motor para un proceso de combustión adecuado.

Si se quiere reequipar un vehículo para un funcionamiento con GLP o GNC, por regla general se monta un aparato de control auxiliar en el vehículo para poder hacer funcionar el motor también con GLP o GNC.

Los documentos DE102010039844A1, DE102011075223A1, DE102012100115B4, WO 2014166534A1, WO2011101394A1, DE201010008289A1, DE102012017440A1, DE102006030495A1, W02007092142A2 y DE102006022357B3 divulgan dispositivos que pueden reequiparse para el funcionamiento de un motor con GLP, GNC, H2 y similares.

Sin embargo, hay una necesidad de mejora en lo que respecta al proceso de combustión en un funcionamiento de un motor con GLP, GNC, H2 o similares en relación con la calidad del proceso de combustión, las emisiones contaminantes y/o en relación con el arranque de un motor de gasolina o diésel

en el funcionamiento con GLP, GNC, H2 o similares, en particular en caso de temperaturas exteriores frías.

Por tanto, es objetivo de la presente invención proporcionar dispositivos para al cálculo de tiempos de inyección y cantidades de combustible, módulos de análisis de mezcla de gases, dispositivos de arranque con gas y procedimientos mejorados.

Este objetivo se resuelve con un dispositivo de arranque con gas de acuerdo con la reivindicación 1 y un procedimiento, un módulo de análisis de mezcla de gases y un dispositivo para el cálculo del tiempo de inyección y/o las cantidades de combustible inyectado. Las características explicadas en la introducción pueden combinarse individualmente o en combinación con uno de los siguientes objetos de acuerdo con la invención.

Un objetivo de la presente invención es un dispositivo para el cálculo de un tiempo de inyección y/o cantidad de un combustible de gas líquido que debe alimentarse a un motor -como, por ejemplo, autogás, gas natural (GNC), gas natural licuado (GNL), biogás o hidrógeno ($H_2$) -para un funcionamiento de un cilindro del motor en un modo de combustible bivalente o trivalente, donde la cantidad de combustible de gas líquido para alimentar a un cilindro del motor (19) se define mediante el tiempo de inyección teniendo una velocidad constante de alimentación o velocidad e flujo del combustible de gas líquido al cilindro, estando el dispositivo configurado de tal modo que el tiempo de inyección calculado del combustible de gas líquido depende de un valor de combustión calculado o un valor característico de mezcla de gases calculado. El dispositivo además comprende una tabla de consulta de análisis de mezcla de gases configurada para que, dependiendo del valor de combustión

calculado o del valor característico de mezcla de gases, se determine un factor de ajuste de la mezcla de gases, dependiendo que el tiempo de inyección calculado de dicho factor de ajuste. Además, el dispositivo comprende un sensor de conductividad de gas configurado para medir una conductividad eléctrica de la mezcla de gases del combustible de gas líquido, donde la conductividad eléctrica es la capacidad de la mezcla de gases para conducir corriente eléctrica, y donde el aparato está configurado para calcular el valor de combustión o el valor característico de mezcla de gases en base a la conductividad eléctrica medida.

En particular, el dispositivo es adecuado para el cálculo de un tiempo de inyección en particular para un primer combustible de gas líquido y/o cantidad de un segundo combustible de gas líquido que debe alimentarse a un cilindro de un motor para un funcionamiento del motor en un modo de combustible bivalente o trivalente, estando diseñado el dispositivo de tal modo que el tiempo de inyección calculado del combustible de gas líquido depende de un valor de combustión calculado o un valor característico de mezcla de gases calculado, siendo el en particular primer y segundo combustible de gas líquido, por ejemplo, gas licuado de petróleo (GLP), gas natural (GNC), gas natural licuado (GNL), biogás o hidrógeno ($H_2$).

Tiempo de inyección quiere decir tiempo de inyección de un en particular primer combustible de gas líquido, preferentemente GLP, GNC, GNL o biogás, en el cilindro del motor por ciclo de trabajo.

Cantidad que debe alimentarse quiere decir volumen de un en particular segundo combustible de gas líquido, preferentemente hidrógeno, que se alimenta al cilindro. Fundamentalmente, la cantidad que debe alimentarse con

velocidad de alimentación o velocidad de corriente constante del combustible de gas líquido al cilindro también puede describirse por medio del tiempo de inyección.

El dispositivo puede funcionar, por tanto, con solo un combustible de gas líquido como, por ejemplo, GLP o exactamente dos combustibles de gas líquido como, por ejemplo, GLP e hidrógeno.

Combustible líquido es un combustible que, a temperatura ambiente y presión ambiental normal de un bar, se presenta en la fase líquida.

Combustible líquido comprende en particular bencina, gasolina y diésel, así como biodiésel y aceites de origen vegetal utilizados como combustible.

Combustible de gas líquido es un combustible que, a temperatura ambiente y presión ambiental normal de un bar, se presenta en particular exclusivamente en la fase gaseosa y preferentemente solo puede ser transferido a una fase líquida a alta presión, es decir, a una presión en particular mayor de dos bares.

Combustible de gas líquido comprende gas licuado de petróleo (GLP), gas natural (GNC), gas natural licuado (GNL), biogás e hidrógeno ($H_2$).

Modo de combustible monovalente quiere decir el funcionamiento de un motor para el accionamiento de un vehículo con solo un combustible.

Modo de combustible bivalente quiere decir el funcionamiento de un motor para el accionamiento de un vehículo con exactamente dos combustibles diferentes al mismo tiempo, es decir, que dos combustibles diferentes se queman simultáneamente en el motor o en un cilindro. Un modo de combustible bivalente se presenta, por tanto, por ejemplo, en el funcionamiento con exactamente un combustible de gas líquido y exactamente un combustible

líquido o alternativamente con exactamente dos combustibles de gas líquido diferentes. Un modo de combustible bivalente se presenta, por ejemplo, concretamente en un funcionamiento con diésel y GLP o GLP e hidrógeno.

Modo de combustible trivalente quiere decir el funcionamiento de un motor para el accionamiento de un vehículo con exactamente tres combustibles diferentes al mismo tiempo, es decir, que tres combustibles diferentes se queman simultáneamente en el motor o en un cilindro. Un modo de combustible trivalente se presenta, por tanto, por ejemplo, en el funcionamiento con exactamente dos combustibles de gas líquido y exactamente un combustible líquido. Un modo de combustible trivalente se presenta, por ejemplo, concretamente en un funcionamiento con diésel, GLP e hidrógeno.

Que el tiempo de inyección calculado dependa de un valor de combustión calculado o un valor característico de mezcla de gases calculado quiere decir que el valor de combustión o el valor característico de mezcla de gases se tiene en cuenta en el cálculo del tiempo de inyección y, concretamente, en particular como una magnitud de entrada variable en un método de cálculo fijado.

Valor de combustión calculado o valor característico de mezcla de gases calculado quiere decir que el valor de combustión o el valor característico de mezcla de gases ha sido calculado o bien por el dispositivo o bien por el propio aparato de control auxiliar. Alternativo es también un cálculo del valor de combustión o valor característico de mezcla de gases efectuado por medio de un módulo conectado mediante una interfaz y que ha sido transmitido al dispositivo o al aparato de control auxiliar.

Preferentemente un módulo, es decir el módulo $H_2$, el módulo de

seguridad, el módulo offset lambda y/o el módulo de análisis de mezcla de gases, está realizado como un componente electrónico independiente con al menos dos interfaces de datos analógicas o digitales y un circuito analógico o digital.

Alternativamente, uno o varios módulos, es decir, módulo H2, módulo de seguridad, módulo offset lambda y/o módulo de análisis de mezcla de gases, pueden estar integrados en el dispositivo o el aparato de control, en decir, por ejemplo, estar integrados como procesador de señales digital integrado o como circuito analógico dispuesto dentro de una carcasa del aparato de control auxiliar o en forma de un código de programa en un medio de almacenamiento del aparato de control auxiliar que incita al procesador del aparato de control auxiliar a ejecutar pasos fijados por el código de programa.

Componentes típicos de un módulo, es decir, del módulo H2, del módulo de seguridad, del módulo offset lambda y/o del módulo de análisis de mezcla de gases, en realización analógica son amplificador, filtro, rectificador, convertidor analógico a digital, convertidor digital a analógico, interfaz de transmisión de datos o señales y/o mezclador y, en realización digital, puerta lógica, microprocesadores, convertidor analógico a digital, convertidor digital a analógico, interfaz de transmisión de datos o señales y/o memoria de datos.

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

En particular, el valor de combustión se corresponde con el valor de combustión $H_s$.

El valor de combustión $H_s$ puede reflejarse en la unidad kWh/m$^3$, kWh/kg

o kWh/l. Preferentemente, el valor de combustión $H_s$ se refiere o debe referirse al volumen en un estado fijado o normalizado, es decir, en particular, a una determinada temperatura y una determinada presión. En particular, estas condiciones pueden comprender presión ambiental normal de 1 bar, temperatura ambiente de, por ejemplo, 25 °C, en el caso de GNC y biogás, una humedad relativa del 100 % de todos los gases participantes antes y después de la combustión y/o el agua líquida formado tras la combustión con temperatura ambiente de, por ejemplo, 25 °C. Por ejemplo, el valor de combustión $H_s$ puede calcularse o indicarse de un modo que el valor de combustión $H_s$ de propano se sitúe exacta o aproximadamente en 28,095 kWh/m$^3$, 14,06 KWh/kg o 7,17 kWh/l. Alternativa o complementariamente, se remite a las normas DIN 51857, DIN EN ISO 6976 y/o DIN 18599 en relación con el valor de combustión $H_s$.

El valor característico de mezcla de gases es un valor numérico que ha sido asignado y, por tanto, calculado a partir de una pluralidad de valores numéricos guardados en particular en una memoria sobre la base de al menos una magnitud de medición y/o como máximo cinco magnitudes de medición de la actual mezcla de gases. Preferentemente, están previstas exactamente tres magnitudes de medición de la actual mezcla de gases.

Magnitud de medición de la actual mezcla de gases quiere decir un valor de medición medido por un sensor cuya magnitud correlaciona con una propiedad de la mezcla de gases. Una magnitud de medición puede ser el resultado de un procesamiento de datos de un valor de medición.

En particular, el valor característico de mezcla de gases preferentemente puede ser convertido por medio de un algoritmo prefijado con ayuda de una o

varias constantes de conversión y/o uno o varios factores de conversión en el valor de combustión, una magnitud aproximada al valor de combustión, o una magnitud correspondiente aproximadamente al valor de combustión.

En particular, el valor característico de mezcla de gases es apropiado para un desplazamiento del tiempo de inyección o de un diagrama característico de inyección de gas en dirección rica o pobre, es decir, en dirección de un mayor tiempo de inyección o menor tiempo de inyección. El diagrama característico de inyección de gas se describe después con más exactitud.

Rico y pobre están en relación con la combustión del combustible en el cilindro del motor y puede explicarse sobre la base del valor lambda, también llamado λ o lambda, del siguiente modo. Lambda describe el aire estequiométrico -también llamado aire teórico porcentual o aire de exceso porcentual- y es un número adimensional de la teoría de la combustión que indica la proporción de masas de aire y combustible en un proceso de combustión.

A partir de este número, se pueden extraer conclusiones sobre el desarrollo de la combustión, temperaturas, generación de emisiones contaminantes y el grado de eficiencia.

Si lambda = 1, se presenta una combustión completa, es decir, que todas las moléculas de combustible reaccionan por completo con el oxígeno atmosférico sin que falte oxígeno o sobre combustible no quemado, presentándose, por tanto, una combustión completa.

Lambda < 1 (por ejemplo, 0,9) significa falta de aire, es decir, mezcla «rica» (rich en inglés).

Lambda > 1 (por ejemplo, 1,1) significa exceso de aire, es decir, mezcla "pobre" (lean en inglés).

Así, por ejemplo, lambda = 1,1 significa que en la combustión participa un 10 % más de aire del que sería necesario para la reacción estequiométrica.

Dado que el valor de combustión depende de la composición de las proporciones de gas del en particular primer combustible de gas líquido, y dado que esta composición puede modificarse en el funcionamiento y estos cambios de la composición a su vez influyen negativamente en el proceso de combustión en el sentido de una combustión completa, adecuada del combustible, un tiempo de inyección del en particular primer combustible de gas líquido dependiente del valor de combustión o del valor característico de mezcla de gases, es decir, una regulación del tiempo de inyección con ayuda del valor de combustión calculado o del valor característico de mezcla de gases calculado dependiente de la composición de la mezcla de gases posibilita contrarrestar o incluso eliminar esta influencia negativa.

Al estar diseñado el dispositivo de tal modo que el tiempo de inyección calculado del combustible de gas líquido depende de un valor de combustión calculado o un valor característico de mezcla de gases calculado, se puede posibilitar con ello un modo de combustible bivalente o trivalente particularmente seguro sobre la base de uno o varios combustibles de gas líquido. La combustión del combustible bivalente o trivalente en el motor persiguiendo el objetivo de una combustión prácticamente completa puede regularse de esta manera oportunamente de tal modo que incluso se posibilite un arranque con gas, es decir un arranque del motor en el modo de gas líquido en particular sin una combustión de combustible líquido también a

temperaturas exteriores bajas en torno al punto cero, es decir, O°C.

Una realización que no es objeto de la presente invención se refiere a un aparato de control auxiliar o dispositivo que comprende un aparato de control auxiliar para el cálculo de un tiempo de inyección. en particular de un primer combustible de gas líquido, y/o cantidad de un en particular segundo combustible de gas líquido que debe alimentarse a un cilindro de un motor para un funcionamiento del motor en un modo de combustible bivalente o trivalente, comprendiendo el dispositivo o el aparato de control auxiliar en cada caso una interfaz a un sensor de presión de tubo de succión para el cálculo de una carga del motor en un motor de gasolina, a un sensor de presión Rail y/o sensor de presión de tubo de succión para el cálculo de una carga del motor en un motor diésel, a un módulo offset lambda para la ejecución de un ajuste offset lambda, a un módulo de análisis de mezcla de gases para el cálculo de un valor de combustión dependiente de una composición de una mezcla de gases del combustible de gas líquido o valor característico de mezcla de gases para el desplazamiento de un diagrama característico de inyección en dirección rica o pobre, a un módulo de seguridad para la protección del motor contra temperaturas de combustión excesivamente altas, al menos a una válvula de inyección de gas para la liberación de la mezcla de gases, al menos a un dispositivo de inyección para la inyección de combustible líquido como gasolina o diésel, a un módulo $H_2$ para la entrega de la cantidad de hidrógeno que debe alimentarse como primer combustible de gas líquido al cilindro del motor, a un sistema OBD por parte del vehículo y/o un aparato de control de motor para el modo de combustible monovalente del motor con combustible líquido -como diésel, biodiésel o gasolina.

Un modo de combustible bivalente o trivalente puede realizarse de este modo de manera particularmente segura con reducidas emisiones contaminantes. En particular, mediante la combinación de la interfaz de módulo lambda y la interfaz de módulo de análisis de mezcla de gases, se puede obtener una combustión particularmente completa y, con la combinación adicional de la interfaz de módulo $H_2$, emisiones contaminantes particularmente bajas, siendo mayores sinérgicamente estos efectos de combinación que la suma de los efectos obtenibles por separado con las mencionadas interfaces de módulo. De manera similar, esto también se cumple para las demás interfaces mencionadas anteriormente.

Otra realización que no es objeto de la presente invención se refiere a un dispositivo con un aparato de control auxiliar para el cálculo de un tiempo de inyección en particular para un primer combustible de gas líquido y/o cantidad de un en particular segundo combustible de gas líquido que debe alimentarse a un cilindro de un motor para un funcionamiento del motor en un modo de combustible bivalente o trivalente, comprendiendo el dispositivo un módulo offset lambda para la ejecución de un ajuste offset lambda, un módulo de análisis de mezcla de gases para el cálculo de un valor de combustión dependiente de una composición de una mezcla de gases del combustible de gas líquido o valor característico de mezcla de gases para el desplazamiento de un diagrama característico de inyección en dirección rica o pobre, un módulo de seguridad para la protección del motor contra temperaturas de combustión excesivamente altas, al menos una válvula de inyección de gas para la liberación de la mezcla de gases y/o un módulo $H_2$ para la entrega de la cantidad de hidrógeno que debe alimentarse como primer combustible de gas

líquido al cilindro del motor.

Un modo de combustible bivalente o trivalente puede realizarse de este modo de manera particularmente segura con reducidas emisiones contaminantes. En particular, mediante la combinación del módulo lambda y del módulo de análisis de mezcla de gases, se puede obtener una combustión particularmente completa y, con la combinación adicional con el módulo $H_2$, emisiones contaminantes particularmente bajas, siendo mayores sinérgicamente estos efectos de combinación que la suma de los efectos obtenibles por separado con los mencionados módulos.

De manera similar, esto también se cumple para los demás componentes mencionados anteriormente que se pueden conectar mediante interfaces.

Otro aspecto de la invención se refiere a un módulo de análisis de mezcla de gases determinar una composición de mezcla de gases,, estando el módulo de análisis de mezcla de gases configurado para calcular el valor de combustión de la mezcla de gases o el valor característico de mezcla de gases de la mezcla de gases de acuerdo a la composición actual de la mezcla de gases y sobre la base de la conductividad de gas, la temperatura y la presión de la mezcla de gases con ayuda de una tabla de consulta de análisis de mezcla de gases. La divulgación completa de esta solicitud no solo se cumple para el dispositivo de acuerdo con la invención , sino también para el módulo de análisis de mezcla de gases de acuerdo con la invención porque la correspondiente divulgación está en relación directa o indirecta con el módulo de análisis de mezcla de gases.

Otro aspecto de la invención se refiere a un dispositivo de arranque con

gas que comprende un vaporizador y/o un regulador de presión y un conducto de gas licuado que está configurado para permitir que una mezcla de gases líquida de un combustible de gas líquido circule a través del conducto de gas licuado desde un depósito de gas al vaporizador y/o regulador de presión para ser convertido a su estado gaseoso ahí., El dispositivo de arranque con gas está configurado de tal modo que, en un arranque del motor en modo puro de gas líquido, solo se extrae la fase gaseosa de la mezcla de gases del combustible de gas líquido de un depósito de gas para una inyección en el cilindro del motor. La divulgación completa de esta solicitud no solo se cumple para el dispositivo de acuerdo con la invención, sino también para el dispositivo de arranque con gas de acuerdo con la invención, porque la correspondiente divulgación está en relación directa o indirecta con el dispositivo de arranque con gas.

Modo puro de gas líquido quiere decir un funcionamiento del motor exclusivamente con un combustible de gas líquido o un combustible de gas líquido e hidrógeno.

Otro aspecto de la invención se refiere a un método para controlar un arranque con gas, donde una mezcla de gases liquida de un combustible de gas líquido es conducida a través de un conducto de gas licuado desde un depósito de gas a un vaporizador y/o regulador de presión para ser convertido a su estado gaseoso ahí, pero en caso de un arranque con gas, una válvula de servicio se mantiene cerrada de manera que la mezcla de gases en una fase líquida no puede llegar al vaporizador y/o regulador de presión o a una válvula de inyección, y una segunda válvula de cierre se abre para permitir la entrada de la fase gaseosa de la mezcla de gases desde un depósito de gas a través

del conducto de gas licuado al vaporizador y/o regulador de presión. Otra realización que no es objeto de la presente invención se refiere a un procedimiento para el cálculo de un tiempo de inyección de un primer combustible de gas líquido en forma de una mezcla de gases, en particular gas licuado de petróleo (GLP), gas natural (GNC), gas natural licuado (GNL) o biogás, y/o un cálculo de una cantidad que debe alimentarse a un cilindro de un motor preferentemente de manera continua de un segundo combustible de gas líquido, en particular hidrógeno, utilizándose en particular el dispositivo o el aparato auxiliar de acuerdo con uno de los aspectos anteriores de la invención, calculándose,

- en particular sobre la base de una conductividad de gas, de una temperatura y una presión de la mezcla de gases un valor de combustión o un valor característico de mezcla de gases,
- en particular sobre la base de un valor lambda y/o de un valor NOx, un valor lambda offset y/o valor NOx offset dependiente del primer combustible de gas líquido, preferentemente de manera específica para una sonda lambda y/o sonda NOx utilizada,
- en particular sobre la base del valor de combustión o valor característico de mezcla de gases, un factor de ajuste de mezcla de gases,
- en particular sobre la base de la carga del motor y/o de la velocidad del motor con ayuda de un diagrama característico de inyección que ha sido desplazado con ayuda del factor de ajuste de mezcla de gases, del valor lambda offset y/o valor NOx offset en dirección rica o pobre, el tiempo de inyección y/o
- en particular sobre la base de la carga del motor y/o de la velocidad del

motor con ayuda de un diagrama característico de cantidad de gas, la cantidad que debe alimentarse del segundo combustible de gas líquido, efectuándose,

- en particular sobre la base de una notificación de detonación, una elevación o reducción en particular gradual del tiempo de inyección y/o de la cantidad que debe alimentarse.

Otro aspecto de la invención se refiere a la utilización de una fase gaseosa de un combustible de gas líquido presente en un depósito de gas, en particular GLP o GNL, para la inyección en un motor para un accionamiento de un vehículo, en particular en un arranque con gas del vehículo.

El significado de arranque con gas se describe después con más detalle.

En particular, sirve a este respecto exclusivamente la forma gaseosa del combustible de gas líquido presente en el depósito de gas como único combustible al motor para el accionamiento del vehículo.

En particular, sirven a este respecto exclusivamente la forma gaseosa del combustible de gas líquido presente en el depósito de gas e hidrógeno como únicos combustibles al motor para el accionamiento del vehículo.

A continuación, se explica y describe la invención, es decir, los aspectos de la invención, sobre la base de ejemplos de realización preferentes representados en las figuras.

La Figura 1 muestra un esquema de un sistema comprendiendo el dispositivo o el aparato de control auxiliar para el funcionamiento bivalente o trivalente de un motor 19 para el accionamiento de un vehículo.

La Figura 2 muestra un tiempo de inyección de gas calculado para GLP y cantidad de hidrógeno que debe alimentarse por medio del aparato de control

auxiliar con ayuda de un diagrama característico de inyección de gas para un modo de combustible bivalente de un motor de gasolina en el que en el modo de gas líquido no se efectúa inyección de gasolina.

La Figura 3 muestra un tiempo de inyección de gas calculado para GLP y cantidad de hidrógeno que debe alimentase, así como un tiempo de inyección calculado por medio del aparato de control auxiliar para diésel con ayuda de un diagrama característico de inyección de gas para un modo de combustible trivalente de un motor diésel.

La Figura 4 muestra un diagrama característico de regulación de mezcla de gases del aparato de control auxiliar para el diagrama característico de inyección de gas de la figura 2.

La Figura 5 muestra una línea característica de inyección de gas efectiva como fragmento del diagrama característico de inyección de gas en el que se basa la figura 2, teniendo en cuenta el diagrama característico de regulación de mezcla de gases de la figura 4 y el valor lambda offset de la figura 6, estando confrontada con la línea característica de inyección de gas con factor de corrección aplicado en [ ] sobre el tiempo de inyección en [ms] (abajo) una línea característica de carga de motor (izquierda arriba) en el modo de gasolina con presión negativa aplicada en [kPa] sobre el tiempo de inyección en [ms].

La Figura 6 muestra un ajuste offset lambda y ajuste NOx por medio de factores offset guardados para diferentes sondas lambda y sondas NOx para el diagrama característico de inyección de gas de la figura 2, estando confrontados 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) del aparato

de control auxiliar 18 en el modo maestro independientemente del aparato de control de motor 20 en funcionamiento como esclavo.

En una forma de realización, el dispositivo está diseñado para un en particular primer combustible de gas líquido en forma de una mezcla de gases 2, 21, de tal modo que el valor de combustión y/o el valor característico de mezcla de gases se puede calcular en función de una composición actual de la mezcla de gases 2, 21.

Mezcla de gases quiere decir una mezcla que comprende o se compone de al menos dos gases diferentes. Por ejemplo, GLP se compone de butano y propano, pudiendo ser una composición actual a modo de ejemplo un 70 % de butano y un 30 % de propano. La mezcla de gases, sin embargo, puede contener también tres, cuatro o más gases diferentes, siendo posible tener en cuenta también las proporciones de estos otros gases en la mezcla de gases en el cálculo del valor de combustión o valor característico de mezcla de gases o también ignorar estas. Las proporciones se establecen a este respecto preferentemente en porcentaje en volumen, alternativamente en porcentaje en peso.

Al calcularse el valor de combustión y/o el valor característico de mezcla de gases en función de una composición actual de la mezcla de gases 2, 21, puede tenerse en cuenta en la regulación del proceso de combustión por parte del dispositivo o del aparato de control auxiliar 18 un cambio de la composición durante el funcionamiento, es decir, proporciones de gas que se modifican como, por ejemplo, un 70 % de butano y un 30 % de propano a un 60 % de butano y un 40 % de propano como consecuencia de un repostaje del vehículo y/o influencias de temperatura, un estado de llenado modificado del depósito de

gas 3 o por el arranque del motor. Un proceso de combustión adecuado puede obtenerse así también en caso de temperaturas exteriores fluctuantes o bajas y posibilitarse un arranque con gas.

En una forma de realización, el dispositivo comprende un sensor de conductividad de gas 8 para una medición de la conductividad eléctrica de la mezcla de gases 2, 21, en particular en la fase líquida 2 y/o la fase gaseosa 21 del combustible de gas líquido.

Conductividad de gas o conductividad eléctrica de la mezcla de gases 2, 21 quiere decir la capacidad de la mezcla de gases 2, 21 para conducir corriente eléctrica.

Mediante una previsión de un sensor de conductividad de gas 8 para una medición de la conductividad eléctrica de la mezcla de gases 2, 21, se puede crear la condición para un cálculo particularmente exacto del actual valor de combustión y/o del valor característico de mezcla de gases, opcionalmente también de la actual composición, de la mezcla de gases 2, 21.

En particular, el dispositivo está diseñado de tal modo que el valor de combustión y/o el valor característico de mezcla de gases se puede calcular sobre la base de la conductividad eléctrica medida.

Así se puede posibilitar un cálculo particularmente exacto del actual valor de combustión y/o del valor característico de mezcla de gases para una regulación particularmente segura del proceso de combustión.

En una forma de realización, el sensor de conductividad de gas 8 comprende un ánodo y un cátodo y/o el sensor de conductividad de gas 8 está diseñado de tal modo que, para la medición de la conductividad eléctrica, se puede crear una tensión constante entre el ánodo y el cátodo y se puede

alimentar una corriente de medición a través de la mezcla de gases 2, 21 en la fase líquida 2 o en la fase gaseosa 21.

Una medición particularmente segura de la conductividad eléctrica se puede posibilitar así con un sensor económico y de montaje particularmente sencillo.

En una forma de realización, el dispositivo comprende un sensor de temperatura 1 para una medición de la temperatura de la mezcla de gases 2, 21 del combustible de gas líquido y/o un sensor de presión 9 para una medición de la presión de la mezcla de gases 2, 21 del combustible de gas líquido y/o el dispositivo está diseñado de tal modo que el valor de combustión o el valor característico de mezcla de gases se puede calcular con ayuda de la temperatura medida y de la presión medida. En particular, el sensor de temperatura 1 mide la temperatura y/o el sensor de presión 9, la presión de la mezcla de gases 2, 21 en el trayecto de un depósito de gas 3 a un vaporizador y/o regulador de presión 11.

Mediante la medición de la temperatura y/o de la presión de la mezcla de gases 2, 21 en particular en el trayecto de un depósito de gas 3 a un vaporizador y/o regulador de presión 11, cumpliendo el vaporizador su función de la vaporización solo con una mezcla de gases en la fase líquida 2 y, por tanto, actuando sobre la mezcla de gases en la fase gaseosa 21 por lo común solo el regulador de presión 11 según lo previsto, se puede obtener una normalización de la conductividad de gas medida a una temperatura definida y/o a una presión definida con el objetivo de la obtención de un valor de la conductividad de gas independiente de la temperatura y/o la presión.

Preferentemente, con ayuda de la temperatura y de la presión se calcula

la densidad de la mezcla de gases 2, 21 y se normaliza la conductividad de gas medida a una densidad definida con el fin de obtener un valor de la conductividad de gas independiente de la densidad.

De manera particularmente preferente, se calcula a partir de la temperatura y la presión la densidad de la mezcla de gases 2, 21 y se determina junto con la temperatura una magnitud de entrada normalizada de temperatura y densidad para el cálculo del valor de combustión o del valor característico de mezcla de gases.

Así se puede posibilitar un cálculo particularmente seguro del valor de combustión o del valor característico de mezcla de gases por medio de una tabla de consulta de análisis de mezcla de gases de estructura relativamente sencilla.

En una forma de realización, el dispositivo está conectado con un módulo de análisis de mezcla de gases 7 que es de tal naturaleza que, a partir de la temperatura y la presión de la mezcla de gases 2, 21, se puede calcular la densidad de la mezcla de gases 2, 21 y/o, en función de la composición actual de la mezcla de gases 2, 21, se puede calcular el valor de combustión de la mezcla de gases y/o el valor característico de mezcla de gases sobre la base de la conductividad de gas, de la temperatura y/o de la densidad de la mezcla de gases 2, 21 con ayuda de un tabla de consulta de análisis de mezcla de gases. En particular, el aparato de control auxiliar 18 está conectado por medio de una interfaz con el módulo de análisis de mezcla de gases 7. Fundamentalmente, también el dispositivo o el aparato de control auxiliar 18 puede presentar la tabla de análisis de análisis de mezcla de gases.

Una tabla de consulta, es decir, una tabla de consulta de análisis de

mezcla de gases, diagrama característico de regulación de mezcla de gases, diagrama característico de inyección de gas, diagrama característico de cantidad de gas, diagrama característico de diésel, diagramada característico de gasolina, diagrama característico de offset, es fundamentalmente un tabla o matriz con valores predefinidos o guardados. Los valores son por regla general digitales y, en particular, están guardados en un medio de almacenamiento. En particular, estos valores no se modifican en el funcionamiento, sino que son transmitidos o cambiados o guardados preferentemente únicamente en el marco de la fabricación o de una configuración en el medio de almacenamiento.

Un diagrama característico de este tipo presenta por lo común al menos dos ejes.

La figura 4 muestra un diagrama característico de regulación de mezcla de gases con exactamente dos ejes para el cálculo de un factor de ajuste de mezcla de gases sobre la base del valor de combustión $H_s$, reproduciendo el primer eje el valor de combustión $H_s$ y el segundo eje, el factor de ajuste de mezcla de gases. En el caso del diagrama característico de regulación de mezcla de gases, por tanto, se presenta una tabla con solo una fila y una pluralidad de columnas o alternativamente solo una columna y una pluralidad de filas, estando rellenada cada fila y columna por lo común con valores numéricos. Como muestra la figura 4, se puede representar un diagrama característico bidimensional como una curva con eje X e Y.

Un ejemplo para un diagrama característico con exactamente tres ejes es el diagrama característico de cantidad de gas que se explica después detalladamente para ilustrar el significado de un diagrama característico.

Correspondientemente, un diagrama característico también puede presentar cuatro o más ejes, pudiéndose asignar entonces más de dos magnitudes de entrada a una magnitud de salida.

La tabla de consulta de análisis de mezcla de gases tiene en particular exactamente cuatro ejes con las magnitudes de entrada de la conductividad de gas, temperatura y densidad de la mezcla de gases 2, 21 preferentemente inmediatamente después de la salida del depósito de gas 3 en el trayecto en dirección a la válvula de inyección 17.

La tabla de consulta de análisis de mezcla de gases posibilita un cálculo en particular rápido y sencillo del valor de combustión o del valor característico de mezcla de gases. Además, mediante una posterior calibración, es decir, nueva reproducción de los valores numéricos de la tabla de consulta de análisis de mezcla de gases, puede mejorar la precisión también después de la fabricación del dispositivo de manera particularmente sencilla.

En una forma de realización, el dispositivo comprende, en particular el módulo auxiliar 18, un diagrama característico de regulación de mezcla de gases, que está diseñado de tal modo que, sobre la base del valor de combustión calculado o del valor característico de mezcla de gases calculado, se puede calcular un factor de ajuste de mezcla de gases del que depende el tiempo de inyección calculado.

El diagrama característico de regulación de mezcla de gases se reproduce en la figura 4 y ya se ha explicado con detalle anteriormente.

El factor de ajuste de mezcla de gases así calculado sirve como magnitud de corrección para el cálculo del tiempo de inyección en particular con ayuda del diagrama característico de inyección preferentemente del

aparato de control auxiliar 18. Así se puede posibilitar una regulación particularmente efectiva del proceso de combustión para la obtención de una combustión lo más completa posible.

La diferencia entre una magnitud de entrada y una magnitud de corrección se explica después con más detalle.

En una forma de realización, el dispositivo está conectado con un módulo offset lambda 28 para obtener sobre la base de un valor lambda medido y/o valor NOx medido un valor lambda offset y/o valor NOx offset adaptado al combustible de gas líquido, dependiendo el tiempo de inyección del valor lambda offset y/o valor NOx offset. En particular, el aparato de control auxiliar 18 está conectado por medio de una interfaz con el módulo offset lambda 28.

En particular, el módulo offset lambda 28 presenta una sonda lambda 45 y/o una sonda NOx 46 o está conectado por medio de una interfaz con la sonda lambda 45 y/o una sonda NOx 46. Fundamentalmente, también el dispositivo o el aparato de control auxiliar 18 puede presentar el diagrama característico offset.

En particular, el módulo offset lambda 28 presenta un diagrama característico offset para asignar a un valor lambda medido como magnitud de entrada un valor lambda offset como magnitud de salida en función de la sonda lambda 45 empleada.

En particular, el diagrama característico offset está diseñado además de tal modo que a un valor NOx medido como magnitud de entrada puede asignarse un valor NOx offset como magnitud de salida en función de sonda NOx 46 empleada.

En la figura 6 se confrontan a modo de ejemplo valores lambda y los correspondientes valores lambda offset, así como valores NOx y los correspondientes valores NOx offset después del procesamiento con ayuda del diagrama característico offset para varias sondas lambda 45 y sondas NOx 46 diferentes.

En particular, se transmiten solo los valores lambda offset y/o valores NOx offset al aparato de control de motor 20 para evitar avisos de errores y regulación errónea de un tiempo de inyección para gasolina o diésel.

El valor lambda offset y/o valor NOx offset así calculados sirven como magnitudes de entrada para el cálculo del tiempo de inyección, en particular con ayuda del diagrama característico de inyección preferentemente del aparato de control auxiliar 18. Así se puede posibilitar una regulación particularmente efectiva del proceso de combustión para la obtención de una combustión lo más completa posible.

En una forma de realización, el dispositivo comprende, en particular el módulo auxiliar 18, un diagrama característico de inyección de gas para el cálculo del tiempo de inyección preferentemente de GLP o GNC en función de la actual carga del motor y/o de la actual velocidad del motor y el diagrama característico de inyección de gas permite un desplazamiento en función del factor de ajuste de mezcla de gases en dirección rica o pobre y/o un desplazamiento en función del valor lambda offset en dirección rica o pobre.

El significado de desplazamiento de un diagrama característico se describe después.

Así se puede posibilitar una regulación particularmente efectiva del proceso de combustión para la obtención de una combustión lo más completa

posible.

En una forma de realización, el dispositivo comprende, en particular el módulo auxiliar 18, un diagrama característico de cantidad de gas para el cálculo de la cantidad que debe alimentarse en particular del segundo combustible de gas líquido preferentemente de hidrógeno en función de la actual carga del motor y/o de la actual velocidad del motor.

Mediante la alimentación en particular de hidrógeno, se puede posibilitar el consumo en particular del segundo combustible de gas líquido con emisiones contaminantes, además, particularmente bajas.

En particular, el diagrama característico de cantidad de gas presenta exactamente tres ejes para, sobre la base de la carga del motor, es decir, el valor de carga, y el número de revoluciones, obtener un valor numérico que se transmite como señal digital o analógica de la célula de hidrógeno 38 para la liberación de una cantidad de hidrógeno que correlaciona con el valor numérico. Cuando mayor es el valor numérico, más hidrógeno se libera de manera continuada y se alimenta al cilindro.

El diagrama característico de cantidad de gas con exactamente tres ejes puede reproducirse en forma de una tabla con los valores numéricos, refiriéndose en cada columna en cierto modo como cabeceras de columna un número de revoluciones en revoluciones por minuto, es decir, por ejemplo, columna 1 „1000 U/min“, columna 2 „2000 U/min“, etc. y, en cada fila, en cierto como encabezamientos de fila, el valor de carga en bares o voltios como correspondientes magnitudes de señal analógicas, por ejemplo, del sensor de presión Rail 44 en un motor diésel, es decir, por ejemplo, fila 1 „2 V“, fila 2 „2,5 V“, fila 3 „3 V“, etc. Las filas de la tabla por debajo de las cabeceras de columna

y junto a los encabezamientos de fila están rellenas con valores numéricos que sirven para el control de la célula de hidrógeno 38. Cada valor numérico representa, por tanto, una magnitud para la cantidad de hidrógeno que debe alimentarse.

Un diagrama característico con tres ejes de este tipo podría representarse en un único diagrama con una pluralidad de curvas dispuestas conjuntamente.

Un diagrama característico puede estar diseñado de tal modo que el diagrama característico permita un desplazamiento del diagrama característico a lo largo de un eje con un factor de corrección. Con un desplazamiento de este tipo, en el ejemplo mencionado anteriormente del diagrama característico de gasolina, dicho de manera simplificada, los encabezamientos de las filas se desplazan en el factor de corrección hacia arriba o abajo y los encabezamientos de fila son elevados o reducidos en el factor de corrección mediante multiplicación, división, adición o resta. De esta manera, como se representa en la figura 5, una curva a modo de ejemplo del diagrama característico de tiempo de inyección para un determinado número de revoluciones puede desplazarse a lo largo del eje X y/o eje Y o puede modificarse la progresión de la curva.

En la figura 5 la curva con punto de inicio en 1 sobre el eje X y -10 en el eje Y representa la línea característica de carga de motor como presión negativa en [kPa] durante el tiempo de inyección en [ms] que ha sido grabada y guardada mediante un trayecto en el modo de gasolina. La otra curva muestra la curva corregida para una inyección de GLP de un factor de corrección en [%] durante el tiempo de inyección en [ms]. La curva corregida ilustra un

desplazamiento de la línea característica de carga de motor a partir de un modo de gasolina para un modo de gas líquido bajo la influencia de los factores de corrección valor lambda offset, valor NOx offset y factor de ajuste de mezcla de gases.

En una forma de realización, el dispositivo está conectado con un módulo $H_2$ 28 para la alimentación en particular continua de la cantidad de hidrógeno que debe alimentarse al cilindro y/o el módulo $H_2$ 28 comprende un sensor de detonación 39, y puede transmitir una notificación de detonación al dispositivo para reducir preferentemente de manera gradual la cantidad que debe alimentarse y/o el tiempo de inyección en caso de una notificación de detonación y/o, en caso de ausencia de una notificación de detonación, elevarlos durante un espacio de tiempo fijado o un número fijado de ciclos de trabajo preferentemente de manera gradual. En particular, el aparato de control auxiliar 18 está conectado por medio de una interfaz con el módulo $H_2$ 28. Fundamentalmente, también el dispositivo o el aparato de control auxiliar 18 puede presentar el módulo $H_2$ 28.

Mediante la detección de un golpeteo durante el proceso de combustión y la regulación, en particular gradual, posibilitada a través de ello, del tiempo de inyección y cantidad que debe alimentarse, puede utilizarse tanto el hidrógeno alimentado de manera continua como el GLP o GNC inyectado en particular por secuencias para una combustión adecuada en el modo de combustible bivalente o trivalente.

En una forma de realización, el dispositivo presenta, en particular el aparato de control auxiliar 18, un control integrado de diagnóstico a bordo (OBD) que puede comunicarse por medio de una interfaz OBD con el sistema

OBD por parte del vehículo y/o está diseñado en el modo de gas líquido para un modo maestro.

En una forma de realización, el dispositivo es el aparato de control auxiliar 18 o un aparato de control auxiliar 18 en particular reequipable. Preferentemente, el dispositivo es también reequipable, es decir, de tal naturaleza que es posible un montaje posterior en un vehículo con un motor, es decir, tras una fabricación del vehículo accionable monovalentemente por medio de combustible líquido.

En una forma de realización, el dispositivo o el aparato de control auxiliar 18 presenta una interfaz a un dispositivo de arranque con gas para, en un arranque con gas programado, arrancar el motor 19 en puro modo de gas líquido. En particular, la interfaz comprende un cable de control 50 para el control a distancia de una válvula de servicio 51, un cable de control 35 para una segunda válvula de cierre 33 controlable a distancia y/o un cable de control 50 para una primera válvula de cierre 10 controlable a distancia.

Las figuras 2 y 3 muestran los tiempos de inyección resultantes GLP, H2 y gasolina o diésel, no quemándose gasolina en el modo de gasolina. En el modo diésel y únicamente en motores de inyección directa de gasolina, se alimenta una proporción de combustible líquido con el fin de refrigerar el cilindro para un modo de combustible bivalente o trivalente.

El dispositivo de arranque con gas de acuerdo con el otro aspecto de la invención descrito anteriormente presenta en una forma de realización una conexión de toma de gas preferentemente con una válvula 31 para transferir la fase gaseosa 21 de la mezcla de gases 2, 21 desde el depósito de gas 3 en particular por medio de un conducto de gas 32 a una segunda válvula de cierre

33 controlada a distancia.

En otra forma de realización del dispositivo de arranque con gas, el dispositivo de arranque con gas presenta un cable de control 35 analógico o digital para la conexión con el dispositivo descrito anteriormente o el aparato de control auxiliar 18 descrito anteriormente.

En otra forma de realización del dispositivo de arranque con gas, el dispositivo de arranque con gas presenta un cable de control 35 analógico o digital para la segunda válvula de cierre 33 controlable a distancia para la alimentación o el bloqueo de la fase gaseosa 21 de la mezcla de gases 2, 21 por medio del conducto de gas 32 al conducto de gas licuado 6.

En otra forma de realización del dispositivo de arranque con gas, el dispositivo de arranque con gas presenta una primera válvula de cierre 10 controlable por medio de un cable de control 36 analógico o digital para el cierre o la apertura de una conexión del conducto de gas licuado 6 a un vaporizador y/o regulador de presión 11.

En otra forma de realización del dispositivo de arranque con gas, el dispositivo de arranque con gas presenta una válvula de servicio 51 controlable a distancia por medio de un cable de control 50 analógico o digital para el bloqueo o permiso de una entrada de la fase líquida 21 de la mezcla de gases 2, 21 del depósito de gas 3 al conducto de gas licuado 6.

Alternativamente, para el concepto “dispositivo de arranque con gas” puede utilizarse también como sinónimo “dispositivo para un arranque con gas”.

El vaporizador o regulador de presión 11 recibe alimentada, pues, a través de la segunda válvula de cierre 33 controlada a distancia y/o por medio

de la primera válvula de cierre 10 controlada a distancia, el gas de la fase vaporizada 21 y trabaja ya solo como regulador de presión 11.

Otro aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para el control de un arranque con gas con el dispositivo de arranque con gas descrito anteriormente y/o el dispositivo descrito anteriormente, manteniéndose cerrada en arranque con gas programado

- en particular por medio del cable de control 50 la válvula de servicio 51 para que no pueda llegar mezcla de gases 2, 21 en la fase líquida 2 al vaporizador y /o regulador de presión 11 o a una válvula de inyección 17, y/o abriéndose
- en particular por medio del cable de control 35 la segunda válvula de cierre 33 para hacer fluir la fase gaseosa 21 de la mezcla de gases 2, 21 desde el depósito de gas 3 preferentemente por medio del conducto de gas 32 al conducto de gas licuado 6 hacia el vaporizador y/o regulador de presión 11.

En otra forma de realización del procedimiento para el control de un arranque con gas está previsto que si la temperatura del agua refrigerante del motor 19, que se mide preferentemente por medio del sensor de temperatura de agua 37, alcanza una temperatura de conmutación guardada en particular en el aparato de control auxiliar 18, la segunda válvula de cierre 33 controlada a distancia cierra y la válvula de servicio 51 controlada a distancia abre, de tal modo que la alimentación de la fase gaseosa 21 de la mezcla de gases 2, 21 al vaporizador y/o regulador de presión 11 se bloquea y, en lugar de ello, se alimenta la fase líquida 2 de la mezcla de gases 2, 21 desde el depósito de presión 3 al vaporizador y/o regulador de presión 11.

En la figura 1 se representa un esquema de un sistema a modo de ejemplo para un modo de combustible bivalente o trivalente, es decir, en particular para el funcionamiento con un combustible diésel o de gasolina, un combustible líquido y/o hidrógeno, comprendiendo un aparato de control de motor 20 en particular instalado por el fabricante del vehículo y un aparato de control auxiliar 18 preferentemente reequipable en el modo maestro-esclavo, correspondiendo el aparato de control de motor 20 al esclavo y el aparato de control auxiliar 18 al maestro.

El motor 19 puede arrancar mediante empleo del aparato de control auxiliar de acuerdo con la invención preferentemente en el modo de gas líquido, lo que se designa en lo que sigue también como arranque con gas, es decir, no en el modo de gasolina o diésel.

En una forma de realización, para un arranque con gas se alimenta en particular exclusivamente la fase gaseosa 21 de la mezcla de gases 2, 21 a una válvula de inyección 17 como combustible para el motor 19. De esta manera, se puede realizar correctamente un arranque con gas también a bajas temperaturas exteriores.

Una mezcla de gases 2, 21 de un combustible líquido, en particular GLP, se inyecta con hidrógeno ($H_2$), en particular desde una célula de hidrógeno 38, en la fase gaseosa a un canal de succión del motor 19. La inyección del combustible líquido en la fase gaseosa se efectúa por medio de al menos una válvula de inyección de gas 17 y/o la liberación de hidrógeno gaseoso por medio de al menos una boquilla de inyección $H_2$ 40. El canal de succión (no representado) desemboca en la cámara de combustión del motor 19. Si la mezcla de gases 2, 21 y el hidrógeno se queman, el modo de combustible es

bivalente. Si adicional y simultáneamente se queman combustible diésel o combustible de gasolina, el modo de combustible es trivalente. Si solo se quema la mezcla de gases 2, 21 y o bien combustible diésel o bien combustible de gasolina al mismo tiempo, el modo de combustible es bivalente. Todos los modos de combustible mencionados anteriormente son posibles en particular en combinación con las formas de realización descritas a continuación, de tal modo que a continuación no se exponen separadamente de manera explícita todas estas combinaciones como tales.

El sistema comprende un módulo de análisis de mezcla de gases 7 para el cálculo del valor de combustión Hs y/o del valor característico de mezcla de gases de la mezcla de gases 2, 21, un módulo offset lambda 28 para la ejecución de un ajuste offset lambda en el modo de combustible bivalente o trivalente, un módulo $H_2$ 30 para el control o mando de la inyección de hidrógeno y/o un módulo de seguridad 29 para la protección del motor 19 contra temperaturas de combustión excesivamente altas.

En este ejemplo de realización, no se requiere ningún dispositivo de bomba para un transporte de la mezcla de gases 2, 21 o del $H_2$, dado que un depósito de gas 3 para el almacenamiento de la mezcla de gases en la fase gaseosa 21 y fase líquida 21 presenta preferentemente una presión de al menos 3 bares y/o como máximo 18 bares en función de temperatura y composición de la mezcla y/o la célula de hidrógeno H2 38 libera para la producción del gas $H_2$ el gas $H_2$ en particular con una presión de 1 bar.

El módulo de análisis de mezcla de gases 7 está diseñado de tal modo que puede establecer el valor de combustión $H_s$ y/o el valor característico de mezcla de gases de la mezcla de gases líquidos 2, que por regla general

resulta de varios gases líquidos como, por ejemplo, propano y butano.

En particular, se trata en el caso de la mezcla de gases 2 de GLP de acuerdo con la norma DIN EN 589 y/o DIN EN 51622, es decir, propano comprendiendo propileno, propadieno, así como butano comprendiendo isobutano, n-butano, 1-buteno, isobuteno, cis-2-buteno, trans-2-buteno, 1,2-butadieno, 1,3-butadieno, y/o metano- etano- eteno- neo-+iso-pentano- n-petano- penteno- olefina- y C5- olefina Un gas licuado de petróleo o GLP de este tipo se emplea en particular para la combustión en motores de gasolina y diésel de vehículos de motor.

En particular, se inyecta una cantidad de hidrógeno dependiente de la carga preferentemente de manera paralela a la inyección de la mezcla de gases 2, 21 en el canal de succión de aire del motor 19, por medio de lo cual la carga estratificada generada en la cámara de combustión influye en el desarrollo de la combustión, es decir, que los gases de escape generados tras la combustión, en particular las emisiones contaminantes y/o emisiones de partículas de gasolina y diésel se reducen o minimizan por el desarrollo de combustión modificado.

Dependiente de la carga quiere decir dependiente de la carga del motor momentánea. La carga del motor es fundamentalmente la relación de trabajo W por ciclo de trabajo con volumen de carrera $V_H$ de un cilindro y se designa también como presión media $P_m$, que se mide en bares, que se basa en la siguiente fórmula: $P_m = W / V_H$

En un motor de gasolina sirve en particular un sensor de presión de tubo de succión 43 para generar una señal de carga que refleja un valor correspondiente a la carga del motor.

En un motor diésel sirve un sensor de presión Rail 44 y/o el sensor de presión de tubo de succión 43 para generar la señal de carga que refleja el valor correspondiente a la carga del motor.

En el modo de gas líquido, se inyecta de manera continuada hidrógeno al canal de succión del motor 19 preferentemente en función de la carga. La mezcla de gases 2, 21 se inyecta selectivamente y/o secuencialmente en el canal de succión, en particular en segunda fila en el canal de succión del motor 19, es decir, entre la boquilla de inyección $H_2$ y el motor 19. Selectivamente quiere decir, selectivamente por cilindro, en caso de que se presenten en los cilindros distintos estados de combustión. Secuencialmente quiere decir que la mezcla de gases se inyecta en intervalos temporales periódicamente. Fundamentalmente, en la inyección secuencial del combustible se inyecta individualmente para cada cilindro. Por regla general, se efectúa la inyección parta todos los cilindros en un momento idéntico en el transcurso de un ciclo de trabajo del cilindro.

Cuando las válvulas de entrada de motor se abren, se succiona primero la mezcla previa de hidrógeno-aire y, después, la mezcla de gases-mezcla de aire en la cámara de combustión. Correspondientemente a la forma del canal de succión y/o de la cámara de combustión, se mezclan en la cámara de combustión los gases durante la compresión de la cámara de combustión. En un motor diésel de inyección directa, se determina la cantidad de inyección de combustible diésel por medio del aparato de control auxiliar 18 y se inyecta directamente en la cámara de combustión. En motores de gasolina de inyección directa, puede inyectarse gasolina para la refrigeración de válvulas de inyección de gasolina. El aparato de control auxiliar 18 se ocupa de que las

proporciones del combustible de gas líquido, combustible líquido y/o hidrógeno estén ajustadas entre sí para una combustión óptima.

Un típico ámbito de aplicación son camiones o vehículos utilitarios. Para otros casos de aplicación como, por ejemplo, la combustión en motores o agregados de embarcaciones, quads de dos ruedas o tres ruedas, máquinas pisanieves, maquinaria de construcción, máquinas tractoras agrícolas y silvícolas, agregados de alimentación de emergencia o el uso en plantas de cogeneración, sin embargo, también es apropiado el sistema.

En un depósito de gas 3, la mezcla de gases 2, en particular GLP, está alojada en forma líquida. Por encima del nivel de líquido, se encuentra la fase de vapor 21 de la mezcla de gases 2. En el presente caso, el depósito de gas 3 es el depósito de gas de un vehículo de motor que quema la mezcla de gases 2 en su motor 19. Sin embargo, también podría tratarse del depósito de gas 3 de una embarcación, un quad de dos ruedas o tres ruedas, una máquina pisanieves, una máquina de construcción, una máquina tractora agrícola y silvícola, un agregado de alimentación de emergencia o planta de cogeneración.

En el depósito de gas 3 está dispuesta una multiválvula 4. La multiválvula 4 proporciona de manera conocida diferentes funciones, concretamente, en particular, una protección contra sobrellenado, un conducto de gas licuado 6 para la toma de la mezcla de gases 2, una válvula de alivio, una válvula de servicio 51 controlada a distancia que reduce el flujo de gas en caso de un defecto del conducto de gas licuado 6 y/o una muestra del estado de llenado. Para la muestra del estado de llenado y/o protección contra sobrellenado, la multiválvula 4 presenta un flotador 5.

Además, está guiado un conducto de gas licuado 6 a través de la multiválvula 4 al espacio interior del depósito de gas 3 y sirve para la toma de la mezcla de gases en la fase líquida 2. Aguas arriba de la multiválvula 4, el conducto de gas licuado 6 está conectado eléctricamente con un módulo de análisis de mezcla de gases 7 por medio de un sensor de presión 9 convencional y un sensor de conductividad de gas 8. En la forma de realización representada en este caso del módulo de análisis de mezcla de gases 7, el sensor de conductividad de gas 8, el sensor de temperatura 1 y/o el sensor de presión 9 están dispuestos fuera de la carcasa del módulo de análisis de mezcla de gases 7 y/o miden una mezcla de gases 2, 21 en el conducto de gas licuado 6. El sensor de conductividad de gas 8, el sensor de temperatura 1 y el sensor de presión 9 también podrían, sin embargo, estar dispuestos en la carcasa del módulo de análisis de mezcla de gases 7 o integrados en ella.

En particular, el sensor de conductividad de gas 8 y el sensor de temperatura 1 pueden estar realizados como sensor combinado. Esto ahorra espacio constructivo y un cable de datos adicional.

Desde el módulo de análisis de mezcla de gases 7 o, en función de la disposición del sensor de conductividad de gas 8, del sensor de temperatura 1 y del sensor de presión 9 en la carcasa o fuera de la carcasa, el conducto de gas licuado 6 es guiado a una primera válvula de cierre 10 controlada a distancia. En particular, la primera válvula de cierre 10 controlada a distancia está conectada directamente con el vaporizador/regulador de presión 11. En el vaporizador o regulador de presión 11, se transforma la mezcla de gases líquida en la cámara de vaporización 55 con alimentación de calor en la fase gaseosa. A la salida de regulador de presión 13 del vaporizador o regulador de

presión 11 en el lado de baja presión 12 se une el conducto flexible 14 a través del cual se guía la mezcla de gases ahora gaseosa en particular hacia el filtro centrífugo 15, en el que se depura la mezcla de gases, preferentemente de éster-parafina-olefina y/o sustancias sólidas. A través de la salida del filtro centrífugo 15, el gas en forma gaseosa es alimentado a través del conducto flexible 14 de baja presión en particular al distribuidor Faust 16, que impide y/o contiene fluctuaciones de presión de gas al realizar la toma de la mezcla de gases. En el conducto flexible 14 se lleva la mezcla de gases en particular a las válvulas de inyección de gas 17.

Las válvulas de inyección de gas 17 son controladas por el aparato de control auxiliar 18 en particular de manera secuencial para la inyección de gas a través del cable de control 23 preferentemente con un impulso escalonado, también llamado señal peak and hold. En particular, está montado en una conexión de salida del distribuidor Faust 16 un indicador de temperatura de gas 25, transmitiéndose de manera permanente la temperatura de gas preferentemente por medio del cable eléctrico 22 al aparato de control auxiliar 18 para que pueda tenerse en cuenta la temperatura de gas en el cálculo de la cantidad de inyección de gas por parte del aparato de control auxiliar 18.

En particular, está previsto un cable eléctrico 26 entre el aparato de control auxiliar 18 y el aparato de control de motor 20.

De manera general, el aparato de control de motor 20 solo está diseñado para el modo de combustible monovalente, es decir, para el funcionamiento de un motor diésel con combustible diésel o de un motor de gasolina con combustible de gasolina.

El aparato de control de motor 20 envía en particular por medio de

cables eléctricos 26 o alternativamente por medios de transmisión inalámbricos la señal de inyección para el dispositivo de inyección 27, concretamente, válvulas de inyección de gasolina o inyectores diésel, al aparato de control auxiliar 18.

Básicamente, la señal de inyección del aparato de control de motor 20 no se necesita para el cálculo de tiempos de inyección por parte del aparato de control auxiliar 18, porque el aparato de control auxiliar 18 puede trabajar de manera completamente autárquica, autónoma y/o independiente del aparato de control de motor 20.

En particular, el aparato de control auxiliar 18 convierte en calor la señal de carga-control de inyección y/o el cable con la señal sobre el tiempo de inyección calculado por el aparato de control de motor 20 preferentemente mediante resistencias y/o bobinas. De esta manera, el aparato de control de motor 20 no reconoce que la señal con el tiempo de inyección no ha llegado a la válvula de inyección o se ha interrumpido la conexión con la válvula de inyección. Así se pueden evitar avisos de error y/o defectos de funcionamiento del aparato de control de motor 20. Preferentemente, la medida anteriormente descrita se efectúa en motores de gasolina en los que en particular la señal sobre el tiempo de inyección calculado por el aparato de control de motor 20 no es recogida o procesada ni siquiera por el aparato de control auxiliar 18, es decir, que no ejerce influencia alguna sobre el control y/o reglaje por parte del aparato de control auxiliar 18.

En una forma de realización, la señal sobre el tiempo de inyección calculado por el aparato de control de motor 20 en un motor diésel y motor de inyección directa de gasolina es al menos recogida y opcionalmente

considerada para un control o reglaje del tiempo de inyección. Ventajoso es el uso como valores de referencia para la detección de resultados de cálculo extremadamente divergentes en el tiempo de inyección, lo que, por ejemplo, puede indicar un defecto en el aparato de control auxiliar o en un módulo o sensor conectado con él.

Mediante un reconocimiento de una asignación de conexiones del aparato de control auxiliar 18, el aparato de control auxiliar 18 decide si da soporte a un abastecimiento de combustible monovalente, bivalente o trivalente y, por tanto, si es posible o no. Esto puede depender, entre otras cosas, de la naturaleza del equipo de inyección de gasolina o diésel.

En particular por medio del diagrama característico de carga de gasolina y/o diésel guardado en el aparato de control auxiliar 18, el aparato de control auxiliar 18 puede controlar el dispositivo de inyección 27, es decir, válvula de inyección de gasolina o inyector diésel.

En particular, un sensor de presión de tubo de succión 43 genera una señal de carga que refleja preferentemente un valor correspondiente a la carga del motor.

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

La señal de carga medida y/o generada por el sensor de presión de tubo de succión 43 y/o el sensor de presión Rail 44 es alimentada al aparato de control auxiliar 18.

Como muestran la figura 2 para un motor de gasolina y la figura 3 para un motor diésel, se puede calcular con ayuda de la señal de carga por medio

del diagrama característico de inyección de gas dependiente de la carga el tiempo de inyección de gasolina o diésel, así como tiempos de inyección para $H_2$ y combustible de gas líquido como GLP.

El diagrama característico de inyección de gas dependiente de la carga se corresponde, por tanto, con una tabla con valores guardados en un medio de almacenamiento o valores de salida, en particular, tiempo de inyección de gasolina o diésel, así como tiempos de inyección para $H_2$ y combustible de gas líquido como GLP, que pueden ser asignados a un valor de entrada, en particular la señal de carga.

Opcionalmente, la señal de carga se compara además con valores de señal de carga de referencia guardados y preferentemente se ajusta a ellos. La señal de carga modificada de este modo puede alimentarse después al sensor de presión de tubo de succión 43 o al sensor de presión Rail 44 de nuevo con el fin, por ejemplo, de una calibración de sensor.

El dispositivo de inyección 27, concretamente válvula de inyección de gasolina en un motor de gasolina o inyector diésel 27 en un motor diésel, son parte del motor 19.

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

En consonancia con ello, se entiende que tanto las válvulas de inyección de gas 23 como el dispositivo de inyección 27, es decir, válvulas de inyección de gasolina o inyectores diésel, sirven para llevar el correspondiente combustible a una cámara de combustión común del motor 19 y la

representación de la figura 1, por tanto, es a este respecto solo esquemática.

A continuación, se describen con más detalle los distintos modos de funcionamiento del motor 19 y los modos de actuación de los módulos individuales, es decir, módulo offset lambda 28, módulo de seguridad 29, módulo $H_2$ 30 y/o módulo de análisis de mezcla de gases 7:

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

Cuando el motor 19 en el modo de combustible líquido, concretamente en el modo de gasolina quema gasolina o en el modo de combustible líquido, concretamente en el modo diésel, quema diésel, esta o este son introducidos por lo común por medio del dispositivo de inyección 27, es decir, válvulas de inyección de gasolina o inyectores diésel, en la cámara de combustión del motor 19. El control de los dispositivos de inyección se efectúa a este respecto también por lo común por medio del aparato de control de motor 20. En particular, la gasolina o el diésel son alimentados mediante el depósito de gasolina o diésel no representado.

El modo de gasolina o diésel puede estar activo en particular en el arranque del motor 19, pero no es obligatorio, es decir, que el motor 19 puede ser arrancado aplicando la presente invención también en el modo de gas líquido, es decir, en modo de gas líquido puro.

El depósito de gas 3 posee una conexión de toma de gas con válvula 31, por medio de lo cual de la fase de vapor 21, es decir, gaseosa, de la mezcla de gases puede ser llevado gas a través del conducto de gas 32 a la segunda válvula de cierre 33 controlada a distancia.

Si el aparato de control auxiliar 18 ha sido programado para arranque de

gas, en primer lugar, no se activa la válvula de servicio 51 controlada a distancia por medio del cable de control 50, sino que, en lugar de ello, es activada por el aparato de control auxiliar 18 la primera válvula de cierre 10 controlada a distancia por medio del cable de control 36 y/o la segunda válvula de cierre 33 controlada a distancia por medio del cable de control 35. En particular, el aparato de control auxiliar activa en una programación de arranque con gas el módulo $H_2$ 30.

El vaporizador y/o regulador de presión 11 recibe alimentada, pues, a través de la segunda válvula de cierre 33 controlada a distancia y/o por medio de la primera válvula de cierre 10 controlada a distancia, el gas de la fase vaporizada 21 y trabaja ya solo como regulador de presión 11.

Si el vaporizador o regulador de presión 11 alcanza por la alimentación de agua caliente motórica 34 la temperatura de conmutación guardada en el aparato de control auxiliar 18, el cable de control 35 deja de recibir corriente, la válvula de cierre 33 controlada a distancia se cierra y/o la válvula de servicio 51 controlada a distancia es activada y abierta por el aparato de control auxiliar 18 por medio del cable de control 50.

En particular, la alimentación de agua caliente 34 está conectada con un conducto de agua refrigerante para la conducción del agua refrigerante del motor.

Si el aparato de control auxiliar 18 no ha sido programado para el arranque con gas, sino para una temperatura de activación definida, por ejemplo, 35 °C, para el cambio del modo de combustible líquido al modo de gas líquido, se arranca convencionalmente con gasolina o diésel y el motor funciona así hasta que se alcanza la temperatura de agua configurada en el

vaporizador y/o regulador de presión 11, en particular, un sensor de temperatura de agua 37 del agua refrigerante del motor 19 ha transmitido preferentemente por medio de un cable de señal 38 al aparato de control auxiliar 18 una temperatura de agua que se encuentra por encima de la temperatura de activación, de tal modo que el aparato de control auxiliar 18 cambia del modo de combustible líquido al modo de gas líquido bivalente o trivalente.

Agua refrigerante quiere decir líquido refrigerante del motor 19 para la refrigeración general del motor 19.

De manera general, el símbolo de magnitud lambda representa en la tecnología de emisión de gases la relación entre aire y combustible en comparación con una mezcla de combustión estequiométrica. En la proporción de combustible estequiométrica está presente exactamente la cantidad de aire que teóricamente se requiere para quemar por completo el combustible. Esto se designa como $\lambda=1$. Con gasolina, la proporción de masas es a este respecto de 14,7:1 y con un combustible de gas líquido, por ejemplo, de 15,5:1.

El aparato de control de motor 20 está conectado con la sonda lambda 46 y/o una sonda NOx 45 para recibir valores de señal que representan una medida para la integridad de la combustión. En función de este valor de señal o estos valores de señal, se calculan en el aparato de control de motor 20 por lo común los tiempos de inyección de gasolina o diésel, es decir, el periodo de tiempo para una apertura de una válvula de inyección para gasolina o diésel sobre la base de uno o varios diagramas característicos de gasolina o diésel que, por regla general, están guardados en un medio de almacenamiento del aparato de control de motor 20.

Si está presente más combustible, se habla de una mezcla rica (lambda < 1), en el caso de exceso de aire, de una mezcla pobre (lambda > 1). Como ventana lambda (con gasolina lambda = 0,97 - 1,03) se designa un intervalo ideal en el que un catalizador alcanza la máxima potencia de limpieza. El control lambda registra por lo común el valor lambda real por medio de una sonda lambda y modifica la cantidad de combustible o aire de tal modo que se establece el valor fijado. Esto es necesario porque una dosificación de combustible sin verificación posterior no es suficientemente exacta.

Como se ha mostrado anteriormente sobre la base de las diferentes proporciones de masa, los valores de señal calculados y transmitidos se diferencian en un proceso de combustión relativamente completo en el modo de combustible líquido y en el modo de combustible bivalente o trivalente o modo de gas líquido, por ejemplo, con GLP y/o hidrógeno. Es decir, que, tras un cambio a un modo de combustible bivalente o trivalente, el valor de señal de la sonda lambda 46 y/o de la sonda NOx 45 sin una corrección de valor de señal no se corresponde ya con los estados reales respecto a la integridad de la combustión.

Por tanto, tras un cambio de un modo de combustible líquido a un modo de combustible bivalente o trivalente, el valor de señal ya no es apropiado para el aparato de control de motor 20 sin una correspondiente corrección de valor de señal para calcular correctamente la proporción lambda en el diagrama característico de gasolina o diésel o, expresado de otro modo, ejecutar una regulación lambda adecuada para una combustión eficiente.

Para posibilitar, a pesar de ello, una regulación lambda adecuada también tras el cambio de un modo de combustible líquido a un modo de

combustible bivalente o trivalente por medio del aparato de control de motor 20 y, por tanto, evitar avisos de error incorrectos partiendo del aparato de control de motor 20, está previsto en particular un módulo offset lambda 28 para la ejecución de una corrección de valor de señal de este tipo, también denominado ajuste offset lambda. La funcionalidad y modo de trabajo del módulo offset lambda 28 se describe con más detalle después.

Modo de combustible bivalente o trivalente o modo de gas líquido

En el modo de combustible bivalente o trivalente, en lugar de un funcionamiento de combustible líquido monovalente puro, concretamente, modo de gasolina o modo diésel, la mezcla de gases 2, 21 e hidrógeno es alimentada de la célula $H_2$ 38 al canal de succión de aire del motor 19 para la combustión. La alimentación se efectúa a este respecto básicamente tras conclusión del arranque con gas del motor 19 por medio del conducto de gas licuado 6 y/o la multiválvula 4. El sensor de conductividad de gas 8, el sensor de temperatura 1 y/o el sensor de presión 9 del módulo de análisis de mezcla de gases 7 y/o el vaporizador y/o regulador de presión 11 entran en contacto directo con la mezcla de gases en la fase líquida 2. En particular, la mezcla de gases en la fase líquida 2 llega por medio del conducto flexible 14 de baja presión, el filtro centrífugo 15, el distribuidor Faust 16 y/o las válvulas de inyección de gas 17 al motor 19.

En particular, la alimentación de hidrógeno se efectúa por medio de la boquilla de inyección $H_2$ 40.

En particular, la mezcla de gases líquida 2 fluye hasta el interior del vaporizador o regulador de presión 11 y allí es llevada al estado gaseoso.

En particular, en un arranque frío del motor 19, puede alimentarse

exclusiva o adicionalmente la mezcla de gases en la fase líquida 2 por medio del conducto de gas licuado 6 y/o la mezcla de gases en la fase gaseosa 21 por medio del conducto de gas 32 al vaporizador y/o regulador de presión 11.

En particular, el vaporizador y/o regulador de presión 11 trabaja con mezcla de gases gaseosa 21 alimentada solo como regulador de presión y/o el gas, como se ha descrito anteriormente, sigue siendo transportado en el conducto flexible 14 de baja presión hasta las válvulas de inyección de gas 17.

La inyección de gas de la mezcla de gases 2 se efectúa básicamente por medio de las válvulas de inyección de gas 17 y/o la inyección de $H_2$ se efectúa por medio de la boquilla de inyección H2 40 en el canal de succión de aire del motor. La alimentación a la cámara de combustión se efectúa en particular exclusivamente en el estado gaseoso por medio del canal de succión de aire (no representado en la figura 1).

En la práctica actual conocida, en el modo de combustión de gas bivalente o trivalente, al igual que en el modo de gasolina o diésel, únicamente se ejecutaría un ajuste de la alimentación del correspondiente combustible en función de la señal de la sonda lambda o sonda NOx. En este contexto, llegan a buen término el módulo offset lambda 28, el módulo de análisis de mezcla de gases 7, el módulo $H_2$ 30 y/o el módulo de seguridad 29, cuya función se describe a continuación.

Módulo de análisis de mezcla de gases 7

El módulo de análisis de mezcla de gases 7 sirve al cálculo del valor de combustión $H_s$ y/o del valor característico de mezcla de gases de la mezcla de gases 2, 21, en particular teniendo en cuenta la composición o relaciones de las proporciones de gas individuales cambiantes durante el funcionamiento. Ya

que la composición cambiante de la mezcla de gases influye de manera fundamental sobre el proceso de combustión.

El módulo de análisis de mezcla de gases 7 proporciona, por tanto, el valor de combustión $H_s$ y/o el valor característico de mezcla de gases de la mezcla de gases 2, 21 en la composición actual para que el aparato de control auxiliar 18 pueda llevar a cabo un tiempo de inyección de gas optimizado para el combustible de gas líquido, el $H_2$ y/o un tiempo de inyección optimizado para combustible líquido.

En particular, el módulo de análisis de mezcla de gases 7 está conectado con el sensor de conductividad de gas 8, el sensor de temperatura 1 y/o el sensor de presión 9.

En particular, están dispuestos el sensor de conductividad de gas 8, el sensor de temperatura 1 y/o el sensor de presión 9 en el conducto de gas licuado 6. Preferentemente, en el funcionamiento la mezcla de gases 2, 21 se presenta siempre o bien solo en la fase líquida 2 -en particular en el modo de gas líquido con excepción del arranque con gas- o bien en la fase gaseosa 21 -en particular en un arranque con gas hasta el cambio al modo de gas líquido normal.

Por ello, son medidas por el sensor de conductividad de gas 8, el sensor de temperatura 1 y/o el sensor de presión 9 siempre solo o bien la mezcla de gases en la fase líquida 2 o en la fase gaseosa 21, es decir, fundamentalmente no fase líquida 2 y fase gaseosa 21 al mismo tiempo.

En particular, pueden calcularse mediante procesamiento de los datos de medición del sensor de conductividad de gas 8, el sensor de temperatura 1 y/o el sensor de presión 9 las proporciones de gas de la mezcla de gases 2, 21.

En particular, cuentan entre estas proporciones de gas propileno, propadieno, isobutano, n-butano, 1-buteno, isobuteno, cis-2-buteno, trans-2-buteno, 1,2-butadieno, 1,3-butadieno, metano, etano, etileno, neo-+iso-pentano, n-pentano, penteno, olefinas, y/o C5-olefinas.

El sensor de conductividad de gas 8 está diseñado en particular para la ejecución de un procedimiento de ionización-medición.

En una forma de realización, el sensor de conductividad de gas 8 es de tal naturaleza que el sensor de conductividad de gas 8 mide la conductividad de gas o la conductividad eléctrica de la mezcla de gases 2, 21, en particular con una tensión constante entre el ánodo y el cátodo, preferentemente con ayuda de una corriente de medición. El amperaje medido es entonces una medida de la conductividad eléctrica y/o representa la señal de medición.

Dado que el amperaje es influido por la temperatura, se puede calcular y/o deducir, compensar o normalizar la influencia de la temperatura mediante procesamiento del amperaje medido con la temperatura medida del sensor de temperatura 1 para obtener un valor de conductividad independiente de la temperatura, en particular normalizado en temperatura.

La densidad actual de la mezcla de gases 2, 21 también puede influir en el amperaje medido.

Preferentemente, se calcula la densidad de la actual mezcla de gases 2, 21 sobre la base de la temperatura medida en particular por el sensor de temperatura 1 y de la presión medida en particular por el sensor de presión 9.

La influencia de la densidad se puede calcular y/o deducir, compensar o normalizar mediante procesamiento del amperaje medido con la densidad medida para obtener un valor de conductividad independiente de la densidad,

en particular normalizado en densidad.

En una forma de realización ventajosa, se pueden combinar normalización de temperatura y normalización de densidad de la señal de medición del sensor de conductividad de gas 8 para calcular un valor de combustión $H_s$ normalizado y/o valor característico de mezcla de gases normalizado. Preferentemente, el valor de combustión $H_s$ así calculado y/o el valor característico de mezcla de gases así calculado se transmite al aparato de control auxiliar 18 para tomarse en consideración en el cálculo del tiempo de inyección de gas, alternativa u opcionalmente también de la cantidad de inyección de gas.

Alternativamente, también se puede calcular y/o deducir, compensar o normalizar la influencia de la presión mediante procesamiento del amperaje medido con la presión medida del sensor de presión 9 para obtener un valor de conductividad independiente de la presión, en particular normalizado en presión.

En particular, pueden combinarse una normalización de temperatura, normalización de densidad y/o normalización de presión de la señal de medición del sensor de conductividad de gas 8 para calcular un valor de combustión $H_s$ y/o valor característico de mezcla de gases normalizado en temperatura, normalizado en densidad y/o normalizado en presión que podrían tomarse también en consideración en el dispositivo o el aparato de control auxiliar 18 para el cálculo del tiempo de inyección de gas, alternativa u opcionalmente también de la cantidad de inyección de gas.

Preferentemente, en el módulo de análisis de mezcla de gases 7 está guardado una tabla de consulta de análisis de mezcla de gases en particular

pluridimensional que permite una asignación del valor de combustión $H_s$ y/o del valor característico de mezcla de gases sobre la base de la señal de medición del sensor de conductividad de gas 8, la densidad medida de la mezcla de gases 2, 21 y/o de la señal de temperatura del sensor de temperatura 1.

Preferentemente, la tabla de consulta de análisis de mezcla de gases, en particular multidimensional, son consideradas las propiedades de los componentes de gas típicos del combustible de gas líquido empleado, de tal modo que el valor de combustión $H_s$ y/o el valor característico de mezcla de gases obtenido toma en consideración la composición de gas de la actual mezcla de gases 2, 21.

Preferentemente, los datos guardados en la tabla de análisis de mezcla de gases, en particular multidimensional, se han calculado mediante una o varias series de medición y/o ordenan en función de diferentes relaciones de mezcla de los componentes de gas individuales el valor de combustión $H_s$ y/o el valor característico de mezcla de gases sobre la base de la conductividad eléctrica de la mezcla de gases 2, 21, preferentemente tras normalización efectuada de la conductividad eléctrica medida en relación con una temperatura definida y una densidad definida, alternativa u opcionalmente también con una presión definida.

Alternativamente, la asignación del valor de combustión $H_s$ y/o del valor característico de mezcla de gases puede efectuarse mediante un algoritmo en el que se resuelve un sistema de equivalencia en particular multidimensional. Un cálculo del valor de combustión $H_s$ de este tipo y/o del valor característico de mezcla de gases se efectúa de manera similar a un análisis de Fourier en frecuencias. Puesto que la densidad, la temperatura y/o la conductividad

reflejan juntas la propiedad de todos los componentes de gas, es decir, la suma o la integral sobre todos los componentes de gas individual, presentando cada componente de gas por sí mismo una densidad, temperatura y/o conductividad diferentes.

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

En una forma de realización, el sensor de conductividad de gas 8 presenta un ánodo y un cátodo para medir la conductividad de la mezcla de gases 2, 21. Un sensor de conductividad de gas 8 de este tipo puede proporcionarse con esfuerzo de fabricación particularmente reducido.

Mediante el procedimiento de medición por ionización o el sensor de conductividad de gas 8 y el sensor de temperatura 1, pueden calcularse en particular la densidad de gas, la conductividad térmica y/o resistencias efectivas de la mezcla de gases 2, 21. Estos datos de medición del sensor de conductividad de gas 8 y del sensor de temperatura 1 se alimentan en particular en la realización como sensor combinado al módulo de análisis de mezcla de gases 7 en particular como una señal de tensión analógica de al menos 0,5 y/o como máximo 4,5V. En particular, es transformada allí en una señal digital de 8 bits. Alternativamente, también el sensor de conductividad de gas 8 puede comprender un convertidor analógico a digital y/o proporcionar una señal digital.

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

característico de mezcla de gases.

En particular, el valor de combustión Hs y/o el valor característico de mezcla de gases se transmiten preferentemente por medio del cable de control/señal 24 o un medio de transmisión inalámbrico al aparato de control auxiliar 18.

En particular, en el aparato de control auxiliar 18 está guardado un diagrama característico de regulación de mezcla de gases (figura 4) que, con ayuda del valor de combustión Hs como magnitud de entrada, puede calcular un factor de ajuste de mezcla de gases como magnitud de salida, preferentemente con la unidad de porcentaje. Alternativamente, el diagrama característico de regulación de mezcla de gases también puede ofrecer el factor de ajuste de mezcla de gases sobre el valor característico de mezcla de gases como magnitud de entrada.

En particular, este factor de ajuste de mezcla de gases se utiliza con el tiempo de inyección calculado de la manera descrita anteriormente en particular para el combustible de gas líquido. Preferentemente, el diagrama característico de inyección de gas se desplaza el factor de ajuste de mezcla de gases, es decir, en dirección rica o pobre, para obtener un tiempo de inyección optimizado y adaptado a la composición de la mezcla de gases 2, 21, como muestra la figura 5.

En particular, el sensor de presión 9 sirve a la medición de la presión en el conducto de gas licuado 6, en el que básicamente la mezcla de gases puede estar presente en la fase líquida 2 o fase gaseosa 21. Se trata a este respecto de la presión que impera en el conducto de gas licuado 6 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 de las proporciones de gas en la mezcla de gases.

Al módulo de análisis de mezcla de gases 7 se alimentan, pues, valores de medición del sensor de conductividad de gas 8, del sensor de temperatura 1 y/o del sensor de presión 9 con una información sobre la mezcla de gases 2 en el conducto de gas licuado 6. A partir de estos datos de sensor, el módulo de análisis de mezcla de gases 7 calcula como se ha descrito anteriormente el valor de combustión Hs y/o el valor característico de mezcla de gases como un parámetro de tensión variable, es decir, una señal de tensión que se alimenta preferentemente por medio del cable de señal/control 24 al aparato de control auxiliar 18 de manera analógica o digital para calcular por medio del diagrama característico de regulación de mezcla de gases el factor porcentual de ajuste de mezcla de gases para la optimización del tiempo de inyección de gas. De esta manera, el tiempo de inyección de gas se regula sobre la base de la composición de mezcla de gases actual o proporciones de mezcla de la mezcla de gases 2, 21.

El sensor de conductividad de gas 8 y el sensor de temperatura 1 miden mediante ionización la densidad-conductividad térmica y resistencias efectivas de la mezcla de gases 2 a partir de la fase en forma de vapor 21 compuesta de los gases propileno, propadieno, isobutano, n-butano, 1-buteno, isobuteno, cis-2-buteno, trans-2-buteno, 1,2-butadieno, 1,3-butadieno, metano, etano, etileno, neo-+iso-pentano, n-pentano, penteno, olefinas y/o C5-olefinas.

En particular, el módulo de análisis de mezcla de gases 7 está equipado con hardware y software de tal modo que puede determinar sobre la base de los valores de medición del módulo de análisis de mezcla de gases 7 un actual valor de combustión $H_s$ y/o valor característico de mezcla de gases y/o

opcionalmente una proporción de mezcla actual de los gases o componentes de gas de la mezcla de gases en la fase líquida 2 y/o en la fase de vapor 21, es decir, la composición de la mezcla de gases.

El valor de combustión $H_s$ calculado y/o el valor característico de mezcla de gases de la mezcla de gases 2, 21 pueden transmitirse por medio del cable eléctrico 24 al aparato de control auxiliar 18 analógica o digitalmente.

En particular, en el aparato de control auxiliar 18 está guardado un diagrama característico de regulación de mezcla de gases en el que está asignado un factor de ajuste de mezcla de gases preferentemente como valor porcentual en particular para la cantidad de inyección de gas bivalente en función del valor de combustión $H_s$ y/o del valor característico de mezcla de gases.

Con qué exactitud está diseñado el diagrama característico de regulación de mezcla de gases y cómo se desarrolla la regulación se explica después.

En función de del valor de combustión Hs calculado actualmente y/o del valor característico de mezcla de gases de la mezcla de gases 2, 21 y del factor de ajuste de mezcla de gases obtenido con ello, se calcula una cantidad de inyección de gas GLP optimizada, en particular bivalente, se libera por medio de las válvulas de inyección de gas 17 en particular paralelamente a la inyección de $H_2$ por medio de la boquilla de inyección $H_2$ 40 en el canal de succión de aire del motor 19, que succiona la mezcla de combustible bivalente o trivalente, de modo que queda garantizada una combustión adecuada realizándose una regulación de la combustión con el objetivo de una combustión lo más completa posible teniendo en cuenta la actual composición

de la mezcla de gases.

Regulación en intervalos de tiempo definidos

El módulo de análisis de mezcla de gases 7 está configurado preferentemente de tal modo que la determinación del actual valor de combustión Hs y/o valor característico de mezcla de gases de la mezcla de gases 2, 21 se realiza repetidamente en intervalos de tiempo definidos.

Preferentemente, el módulo de análisis de mezcla de gases 7 calculará al arrancar el motor 19, cuando está programado un arranque con gas, permanentemente la composición de gas y/o continuadamente enviará un valor de combustión $H_s$ y/o un valor característico de mezcla de gases al aparato de control auxiliar 18 para poder regular con el menor retardo de tiempo posible la inyección de gas bivalente o trivalente. Preferentemente, tal medición permanente y/o envío continuado está activo hasta que se alcanza la temperatura de agua caliente guardada del agua refrigerante del motor 19, que se mide en particular por medio del sensor de temperatura de agua 37. Si se alcanza la temperatura de agua predefinida, las mediciones ya solo se realizan en intervalos de tiempo repetidamente con motor 19 en marcha.

En particular, el intervalo de tiempo de medición es de 30 segundos, es decir, que cada 30 segundos se proporciona un actual valor de combustión $H_s$ y/o valor característico de mezcla de gases sobre la base de mediciones actuales. A través de esta medición realizada repetidamente y la correspondiente regulación por medio del diagrama característico de regulación de mezcla de gases, se obtienen diferentes ventajas, como se describe a continuación.

Debido al hecho de que se realiza un cálculo del valor de combustión $H_s$

y/o valor característico de mezcla de gases de la mezcla de gases 2, 21 y una regulación en función de ello de diagrama característico de regulación de mezcla de gases del aparato de control auxiliar 18, queda garantizado en primer lugar al comienzo del funcionamiento de combustión de gas en particular bivalente -dado el caso, también tras un nuevo repostaje del depósito de gas 3- que, independientemente de la mezcla de gases 2, se efectúa un proceso de combustión de gas adecuado en el motor 19.

Gracias a las mediciones y regulaciones realizadas repetidamente durante el funcionamiento, además se toman en consideración adicionalmente fluctuaciones de temperatura como aparecen estas, por ejemplo, debido a la corriente de aire, el aparcamiento del vehículo en el sol, el aparcamiento del vehículo en un garaje y/o el subsiguiente funcionamiento a temperaturas bajo cero, etc. Estas diferencias de temperatura que provocan un cambio de la densidad de la mezcla de gases repostada en particular en la fase líquida 2 son transmitidas en el conducto de gas licuado 6, líquida o gaseosamente por medio del sensor de conductividad de gas 8, sensor de temperatura 1 y/o el sensor de presión 9 al módulo de análisis de mezcla de gases 7, preferentemente por medio del cable de señal-control 24, derivadas al aparato de control auxiliar 18 y/o tenidas en cuenta por medio de la regulación de diagrama característico de regulación de mezcla de gases con el objetivo de una combustión completa.

Otra ventaja esencial consiste en que también el aparato de control de motor 20, que sigue trabajando permanentemente también en el modo de combustión de gas bivalente o trivalente, no puede desajustar de manera accidental los diagramas característicos guardados de gasolina o diésel,

porque, por ejemplo, los valores lambda de la combustión de combustible de gas líquido para valores lambda sean considerados de la combustión de gasolina o diésel.

Módulo $H_2$ 30

El módulo $H_2$ 30 es activado con arranque de motor preferentemente por medio del cable de control o señal 52 o por medio de un medio de transmisión inalámbrico por parte del aparato de control auxiliar 18 en el modo de combustible líquido. El aparato de control auxiliar 18 dispone de un diagrama característico de cantidad de gas que, sobre la base del valor de carga, puede calcular una cantidad de hidrógeno que preferentemente se transmite por medio del cable de control-señal 52 al módulo $H_2$. En particular, sobre la base de esta cantidad de hidrógeno, el módulo $H_2$ 30 provoca la liberación de esta cantidad de hidrógeno por parte de la célula H2.

En particular, la cantidad de hidrógeno es inyectada continuadamente por medio de la boquilla de inyección $H_2$ 40 en el canal de succión del motor 19 y/o succionada mediante la presión de tubo de succión allí imperante por el motor 19 para ser alimentada a la cámara de combustión para la combustión.

El hidrógeno sirve, por un lado, como combustible y, por otro lado, para la reducción de emisiones contaminantes. Puesto que el hidrógeno puede ser quemado prácticamente sin emisiones contaminantes o al menos con generación de sustancias contaminantes particularmente reducida. Cuanto mayor es la proporción de hidrógeno en un modo de combustible bivalente o trivalente, menor es la cantidad de sustancias contaminantes producidas en la suma por la combustión simultánea de los dos o tres combustibles diferentes.

El diagrama característico de cantidad de gas está guardado en el

aparato de control auxiliar 18 en particular en un medio de almacenamiento. La cantidad de hidrógeno se transmite básicamente en forma de una señal analógica o digital al módulo $H_2$.

Preferentemente, el diagrama característico de cantidad de gas presenta junto con el valor de carga también el número de revoluciones del motor como magnitudes de entrada. En particular, a partir de estas magnitudes de entrada, preferentemente por medio de la cantidad de hidrógeno transmitida al módulo $H_2$, se desencadena un control de corriente por parte del módulo $H_2$, que disocia un gel $H_2$ o agua que se encuentra en la célula H2 38 mediante electrólisis en hidrógeno y oxígeno. Preferentemente, el grado de eficacia máximo alcanzado a este respecto se sitúa aproximadamente en un 75 % de contenido de hidrógeno. La liberación en particular continua de cantidades de hidrógeno gaseoso o inyección de hidrógeno por medio de la boquilla de inyección $H_2$ 40 se determina, por tanto, por el control de corriente.

Preferentemente, el módulo $H_2$ 30 está conectado con un sensor de detonación 39. Un sensor de detonación 39 es opcionalmente un sensor acústico para la detección de un ruido detonación, el cual se produce por lo común por un autoencendido descontrolado de la mezcla de combustible y aire junto al verdadero frente de llama. Preferentemente, el sensor de detonación 39 vigila en particular permanentemente o de manera continuada los procesos bivalentes o trivalentes de carga estratificada y combustión. Si se detectan combustiones acíclicas por parte del sensor de detonación 39 y se comunican al módulo $H_2$ 30, se transmite una notificación de detonación del módulo $H_2$ 30 al aparato de control auxiliar en particular por medio del cable de señal/control 52. La notificación de detonación se transmite básicamente en forma de una

señal analógica o digital al módulo $H_2$ y/o al aparato de control auxiliar 18.

Preferentemente, una notificación de detonación sirve como magnitud de entrada del diagrama característico de cantidad de gas. El diagrama característico de cantidad de gas está configurado en particular de tal modo que la cantidad de hidrógeno o el control de corriente para la producción de hidrógeno se reduce o se retira preferentemente de manera gradual y/o porcentual hasta que se obtiene una combustión sin detonaciones.

Preferentemente, el diagrama característico de cantidad de gas es de tal naturaleza que, tras 20 combustiones exentas de detonación, la cantidad de hidrógeno o el control de corriente para la producción de hidrógeno se eleva preferentemente de manera gradual y/o porcentual hasta que se ha alcanzado de nuevo la cantidad de hidrógeno sin consideración de las notificaciones de detonación.

Preferentemente, el aparato de control auxiliar 18 está configurado de tal modo que, cuando el aparato de control auxiliar 18 reconoce durante un ciclo de conducción de los procesos de combustión atípicos anteriormente mencionados con reajuste, el aparato de control auxiliar 18 modifica el diagrama característico de cantidad de gas adaptivamente por etapa la línea característica hasta el próximo arranque del motor. Preferentemente, tras un nuevo arranque del motor, la línea característica de control presente en el aparato de control auxiliar 18 o la cantidad de hidrógeno por etapa resultante del diagrama característico de cantidad de gas es de nuevo aproximada en particular porcentualmente hasta el límite de detonación para así posicionar de nuevo en particular la línea característica de control en el diagrama característico de cantidad de gas.

En la figura 1 se presenta la introducción en relación con un depósito o tanque para el correspondiente gel $H_2$ o agua en la célula $H_2$.La representación de la figura 1 es solo esquemática.

Módulo offset lambda 28

El módulo offset lambda 28 presenta preferentemente conexiones eléctricas para en particular las siguientes sondas de medición de gases de escape: sonda de medición de zirconia, sonda de medición de dióxido de titanio, sonda de medición planar como sonda lambda 46, sonda de medición Nernst, sonda de medición LSU como sonda lambda 46, sonda de bomba y/o sonda NOx 45.

En particular, en el módulo offset lambda 28 están guardados diagramas de datos característicos de tensión y/o corriente para reconocer la correspondiente sonda de medición de gases de escape y registrar valores de medición.

La sonda de gas de escape de zirconia como sonda lambda 46 es una sonda de medición que emite tensión. Preferentemente, una sonda lambda 46, en particular una sonda de gas de escape de zirconia y/o sonda NOx 45, puede cubrir un área de trabajo de al menos -100 mV (gas de escape rico) y/o de máximo 900 mV (gas de escape pobre), en particular en un intervalo de temperatura de trabajo o temperatura de funcionamiento de al menos 500 °C y/o de máximo 800 °C, preferentemente de aproximadamente 650°C. Preferentemente, la sonda de gas de escape de zirconia 46 está dotada de 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). Preferentemente, se establece en el cable de sonda lambda de la sonda de gas

de escape de zirconia 46 por medio del aparato de control de motor 20, en particular en el modo de gasolina, una tensión de preferentemente 5000 mV +/- 10 mV, de tal modo que la sonda de gas de escape de zirconia trabaja como sonda lambda 46 en un intervalo de regulación de al menos 4500 mV (gas de escape rico) y/o como máximo 5500 mV (gas de escape pobre) o invertidamente de al menos 4500 mV (gas de escape pobre) y/o como máximo 5500 mV (gas de escape rico). Este cambio de valor de tensión señaliza una mezcla de gas de escape definida rica o pobre y es utilizado por el aparato de control de motor 20 para la regulación de la cantidad de combustible que debe inyectarse en particular junto con otras magnitudes de regulación.

La sonda de gas de escape de dióxido de titanio como sonda lambda 46 es preferentemente una sonda de resistencia. Mediante el aparato de control de motor 20 se establece una tensión de en particular 5000 mV +/- 10 mV y/o, en un intervalo de temperatura de trabajo/temperatura de funcionamiento de al menos unos 650 °C, la sonda de gas de escape de dióxido de titanio 46 trabaja en un intervalo de regulación de al menos 4500 mV (gas de escape rico) y/o como máximo 5500 mV (gas de escape pobre) o invertidamente de al menos 4500 mV (gas de escape pobre) y/o 5500 mV (gas de escape rico). Este cambio de valor de tensión señaliza una mezcla de gas de escape definida rica o pobre y es utilizado por el aparato de control de motor 20 para la regulación de la cantidad de combustible que debe inyectarse.

La sonda planar de gas de escape como sonda lambda 46 es una sonda de medición de corriente con una célula de medición y/o una célula de bombeo. El intervalo de temperatura de trabajo/temperatura de funcionamiento se sitúa en particular en 500°C hasta 800°C, preferentemente en aproximadamente 650

°C, siendo el valor fijado para la tensión de compensación celular preferentemente de 400 hasta 500 mV, preferentemente de 450 mV. Si la tensión de la célula de medición difiere de este valor, se crea una compensación por parte de la célula de bombeo hasta que se alcanza de nuevo el valor fijado. En particular, esta compensación tiene como consecuencia 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 de valor de corriente señaliza una mezcla de gas de escape definida rica o pobre y es utilizado por el aparato de control de motor 20 para la regulación de la cantidad de combustible que debe inyectarse.

La sonda de gas de escape Nernst como sonda lambda 46 es designada también como sonda de banda ancha y/o es una sonda de medición de corriente con una resistencia interna definida, empleándose en particular como membrana para la célula de bombeo frente a la célula de medición zirconia, preferentemente óxido de circonio (IV). La tensión Nernst se regula por lo general de manera constante, que es preferentemente de al menos 2400 mV (gas de escape rico) y como máximo de 3200 mV (gas de escape pobre). Esto corresponde básicamente a una corriente de bombeo de al menos 0 µA (gas de escape rico) y/o como máximo 100 µA (gas de escape pobre). Este cambio de valor de corriente señaliza una mezcla de gas de escape definida rica o pobre y es utilizado en referencia a la tensión Nernst por el aparato de control de motor 20 para la regulación de la cantidad de combustible que debe inyectarse.

La sonda de gas de escape LSU como sonda NOx 45 también es designada como sonda de banda ancha, pero es en particular una sonda de corriente límite bicelular planar $ZrO_2$. La sonda de gas de escape LSU

comprende dos células y/o una célula de concentración de oxígeno potenciométrica del tipo Nernst y/o una célula de bombeo amperométrica de oxígeno. Los componentes del gas de escape pueden difundirse a través del canal de difusión en los electrodos de la célula de bombeo y Nernst, donde son llevadas al equilibrio termodinámico. La electrónica de control registra la tensión Nernst $U_N$ de la célula de concentración y/o abastece la célula de bombeo con una tensión de bombeo variable $U_P$. Si a este respecto el valor $U_N$ es menor que el valor fijado de en particular aproximadamente 450 mV, el gas de escape es pobre y la célula de bombeo es abastecida con una corriente de tal tipo que se bombea oxígeno fuera de canal. En caso de gas de escape pobre, por el contrario, $U_N$ es mayor que el valor fijado y se invierte la dirección de corriente, de tal modo que la célula bombea oxígeno dentro del canal. Este cambio de valor de corriente se utiliza en el aparato de control de motor 20 para la regulación del diagrama característico lambda, preferentemente de al menos -3,5 mA (gas de escape rico) y/o como máximo 4,5 mA (gas de escape pobre). La sonda de gas de escape LSU es apropiada sobre todo para la medición de gas de escape de diésel, dado que puede ser cubierto el intervalo de medición lambda de 0,65 (gas de escape rico) hasta 10 (gas de escape pobre / aire).

Sondas NOx 45, como se ofertan en general y encuentran en vehículos de motor, trabajan esencialmente de manera similar a sondas de banda ancha. En la primera célula (célula de bombeo) se ionizan átomos de oxígeno aún presentes y se bombean fuera mediante la cerámica. En la segunda célula, en la misma corriente de gas de escape, por medio de una sustancia que actúa como catalizador, se disocian los óxidos de nitrógeno y se mide el contenido de

oxígeno (presión parcial). El oxígeno ahora presente debe haber sido generado mediante la disociación de los óxidos de nitrógeno. Con ello, se pueden deducir los óxidos de nitrógeno. El cambio de valor de corriente se transmite al aparato de control de motor 20 y se evalúa correspondientemente si el combustible quemado era demasiado rico o pobre y/o qué proporción de óxido de nitrógeno está presente en el gas de escape.

En el modo de gas líquido bivalente o trivalente en particular con GLP y/o hidrógeno, en parte en función de la variante de control y/o en relación con la proporción de combustible de gasolina o diésel, la sonda NOx 45 y/o sonda lambda 46 enviarán un valor de medición al módulo offset lambda 28 que, a consecuencia de diferentes propiedades químicas de combustible líquido y combustible de gas líquido, no correlaciona según lo previsto con la relación lambda real actual y/o proporción de óxido de nitrógeno. Los datos de medición así obtenidos no son, como se ha descrito al principio, apropiados para el aparato de control de motor 20 para procesar correctamente o calcular la relación lambda o proporción de óxido de nitrógeno en el diagrama característico de gasolina o diésel y/o ejecutar una regulacón lambda adecuada.

Por medio del módulo offset lambda 28 preferentemente integrado, que está dispuesto en particular entre el aparato de control de motor 20 y la sonda NOx 45 y/o la sonda lambda 46, se posibilita que, en el modo de combustible bivalente o trivalente, por ejemplo, sobre la base de GLP, hidrógeno y/o gasolina o diésel se transmitan las señales de medición de la sonda NOx 45 y/o de la sonda lambda 46 directamente al módulo offset lambda 28.

En una forma de realización, el módulo offset lambda 28 está

directamente conectado, en particular en paralelo a la conexión con el aparato de control de motor 20, con el aparato de control auxiliar 18.

En el módulo offset lambda 28 se efectúa una corrección de valor de señal para el ajuste offset lambda de las señales de medición que han partido de la sonda lambda 46 y/o de la sonda NOx 45 a las relaciones modificadas en el modo de combustible bivalente o trivalente en particular empíricamente, es decir, mediante procesamiento con valores o curvas de referencia de acuerdo con la experiencia, y/o mediante un homomorfismo de álgebra de Lie en relación con la fórmula de Brettschneider sobre un diagrama característico offset lambda/NOx.

En una forma de realización, una corrección de valor de señal para el ajuste offset lambda de las señales de medición que han partido de la sonda lambda 46 y/o de la sonda NOx 45 se efectúa mediante un diagrama característico offset en particular del módulo offset lambda 28.

Al aparato de control auxiliar 18 se transmiten preferentemente por medio del cable de datos 48 las señales de medición que han partido de la sonda NOx 45 y/o sonda lambda 46 para la corrección de valor de señal en particular directamente al módulo offset lambda 28. Preferentemente, los valores de medición son transmitidos tras la corrección de valor de señal realizada para el ajuste offset lambda por el módulo offset lambda 28 preferentemente por medio del cable de señal 49 preferentemente de manera paralela y/o simultánea al aparato de control de motor 20. El aparato de control de motor 20 a su vez regula sobre la base de los valores de medición corregidos del módulo offset lambda 28 también en el modo de combustible bivalente o trivalente de manera segura el tiempo de inyección para

combustible líquido.

En particular, un cable de señal del aparato de control de motor 20 para el control de las válvulas de inyección para la inyección de un combustible líquido en el motor 19 no está directamente conectado con las válvulas de inyección, sino únicamente de manera indirecta por medio del aparato de control auxiliar 18. Con ello se garantiza que, en el modo de gas líquido, el aparato de control de motor 20 no pueda controlar las válvulas de inyección para una apertura o cierre cuando el aparato de control auxiliar 18 bloquea esto. Así se puede evitar una perturbación del modo de gas líquido por parte del aparato de control de motor 20.

Mediante este procedimiento de control de dos vías, el aparato de control de motor 20 obtiene siempre los valores de medición correctamente corregidos sobre la base de las señales de medición de la sonda lambda 46 y/o de la sonda NOx 45 para el modo de gas líquido bivalente o trivalente. De este modo, el aparato de control de motor 20 no crea diagramas característicos de gasolina o diésel erróneos o confusos.

Módulo de seguridad 29

El módulo de seguridad 29 sirve para la protección del motor 19 contra temperaturas de combustión excesivamente altas. En particular, el módulo de seguridad 29 está conectado con un sensor de detonación 41 y/o una sonda de medición de temperatura de gas de escape 42. Mediante el modo bivalente con un combustible de gas líquido, en particular GLP, e hidrógeno o, en el modo de combustible trivalente, con gasolina o diésel adicionalmente, se puede alcanzar con funcionamiento a plena carga del motor 19 una temperatura de llama laminar o turbulenta de hasta aproximadamente 3100 °C. Los componentes del

motor 19 pueden soportar brevemente tal elevación de temperatura o alta temperatura. Sin embargo, si los componentes del motor 19 se exponen a tales temperaturas excesivamente altas durante más tiempo, se provocan daños en el motor por el sobrecalentamiento de los componentes de motor y/o materiales de operación como, por ejemplo, aceite de motor. Para evitar una temperatura excesivamente alta o sobrecalentamiento del motor 19 debido a la combustión, se mide en la corriente de gas de escape la temperatura de gas de escape por medio de la sonda de medición de temperatura de gas de escape 42 en particular de manera continua preferentemente en el modo de gas líquido. En caso de sobrepasarse un umbral temperatura, que representa un límite de una temperatura excesivamente alta, el módulo de seguridad 29 detecta la consecución de la temperatura umbral y envía una señal de aviso al aparato de control auxiliar 20.

En particular, la temperatura umbral en un motor de gasolina es de al menos 800°C y/o como máximo 1100 °C, preferentemente de aproximadamente 1100°C, lo que por regla general se corresponde con la temperatura de 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 800 °C, preferentemente de aproximadamente 800°C, lo que por regla general se corresponde con la temperatura de gas de escape a plena carga.

Los límites indicados anteriormente de los valores umbral no deberían sobrepasarse en ningún caso en funcionamiento a plena carga en el modo de gas líquido bivalente o trivalente, para evitar daños del motor.

En particular, el aparato de control auxiliar 18 está conectado

preferentemente por medio del cable de señal o control 53 con el módulo de seguridad 29. Preferentemente, el aparato de control auxiliar 18 transmite al módulo de seguridad 19 una información sobre si el motor 19 es un motor de gasolina o motor diésel para que se pueda fijar la temperatura umbral correspondiente al tipo de motor en el módulo de seguridad 29.

Si la sonda de medición de temperatura de gas de escape 42 transmite al módulo de seguridad 29 una temperatura de gas de escape excesivamente alta, es decir, por encima de la temperatura umbral, se envía por medio del aparato de control auxiliar 18 un impulo de desactivación, de tal modo que el modo de gas líquido en particular bivalente puede ser desactivado preferentemente de manera inmediata.

Preferentemente, el aparato de control auxiliar 18 regresa al modo de combustible líquido en particular de manera automática cuando se ha detectado un funcionamiento defectuoso del aparato de control auxiliar 18 o cuando no queda disponible combustible de gas líquido, y preferentemente por medio de un conmutador 54 que en particular puede mostrar tal conmutación al usuario mediante la posición del conmutador 54.

En particular, el usuario puede desactivar el aparato de control auxiliar mediante accionamiento manual del conmutador 54. Entonces trabaja solo ya el aparato de control de motor 20. Este funcionamiento no puede designarse como modo maestro-esclavo, ya que no hay ya ningún esclavo activo. El aparato de control auxiliar es en concreto completamente desactivado, es decir, que el aparato de control de motor trabaja de nuevo como maestro.

En particular, con posición no desactivadora del conmutador 54, el aparato de control auxiliar 18 trabaja siempre en modo maestro y el aparato de

control de motor 20, siempre en modo esclavo. Por esta razón, el módulo offset lambda y/o la transformación de la señal con el tiempo de inyección por parte del aparato de control de motor 20 en calor para aparentar una conexión intacta con una válvula de inyección hacen que el aparato de control de motor 20 permanezca siempre operativo, de tal modo que una conmutación al modo de combustible líquido bajo control y/o regulación es posible en todo momento solo a través del aparato de control de motor 20.

El sensor de detonación 41 en particular conectado directamente en el módulo de seguridad 29 comunica 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. En un proceso normal de combustión desde motor al ralentí hasta carga plena en el modo de combustión de gas bivalente o trivalente de motores de gasolina o diésel, pueden aparecen fluctuaciones de presión de combustión entre 1 kHz y 15 kHz. Decisivo para una daño previo o daño del motor 19 no es por regla general la frecuencia de la combustión detonante, sino la intensidad de la detonación. Preferentemente, el sensor de detonación 41 registra y transmite la frecuencia y/o el nivel de tensión en mV de la frecuencia detonante.

Preferentemente, en el módulo de seguridad 29 está guardada una magnitud de tensión de al menos -450 y/o como máximo +450 mV, de tal modo que, por ejemplo, si se sobrepasa una tensión umbral de 900 mV Uss, se envía un impulso de desactivación al aparato de control auxiliar 18. En particular, el modo de combustible bivalente y/o trivalente se desactiva de inmediato y/o el aparato de control auxiliar 18 regresa al modo de combustible líquido y/o se muestra un aviso de error por medio del conmutador 54.

OBD (Onboard Diagnose)

El aparato de control auxiliar 18 presenta la capacidad completa OBD como un aparato de control de motor 20 convencional y/o instalado por el fabricante del vehículo. En particular, por medio de un cable de datos OBD 47, tiene lugar un intercambio de datos hacia el aparato de control de motor 20 esclavo con el fin de una vigilancia de la funcionalidad. OBD describe de manera general la capacidad de un aparato de control de supervisarse a sí mismo y/o el entorno preferentemente de manera continua en relación con un comportamiento predefinido o un estado planificado. En particular, la legislación exige pruebas continuas del comportamiento de los gases de escape, tanto en automóviles como en vehículos de carga.

En particular, se registra un aparato de control auxiliar 18 (figura 7) completamente capaz OBD para un motor de gasolina o motor diésel en el modo bivalente o trivalente preferentemente con inyección de gas GLP y H2 en función de la calidad de combustión $H_s$ calculada de la mezcla de gases 2, 21 en relación con el arranque con gas en particular bivalente para la consecución de una combustión óptima con la consiguiente minimización de emisiones contaminantes.

En una forma de realización, el aparato de control auxiliar 18 está diseñado en particular de manera reequipable, funcionando un aparato de control de motor 20 presente preferentemente como esclavo y el aparato de control auxiliar 18, como maestro, de tal modo que el aparato de control auxiliar 18 puede provocar independientemente del aparato de control de motor 20 una inyección de combustible de gas líquido y/o hidrógeno, preferentemente de manera selectiva en cada cilindro del motor 19.

En particular, en un motor de succión de gasolina -también denominado motor turbo- se desactivan mediante reprogramación del aparato de control auxiliar 18 en el modo de gas las boquillas o válvulas de inyección de gasolina, por medio de lo cual el motor solo es alimentado con el combustible de gas líquido preferentemente de manera selectiva en cada cilindro del motor 19. El aparato de control auxiliar 18 trabaja preferentemente sobre la base de una inyección teniendo en cuenta una carga de cámara de combustión homogénea. Dado que en motores modernos de gasolina de inyección directa para gasolina y en un motor diésel se trabaja con la falta de homogeneidad de la mezcla de combustible-aire entre lambda 1,4 hasta lambda 3, el aparato de control auxiliar 18 activa del módulo offset $H_2$, ante lo cual, por medio de la boquilla de inyección para gas de hidrógeno, se alimenta el $H_2$ a los correspondientes cilindros de manera continuada y/o simultánea por medio del canal de succión de aire en función de la carga del motor y/o el comportamiento de los gases de escape.

El aparato de control auxiliar 18 comprende en particular un dispositivo de inyección que puede ser asociado en cada caso a un cilindro del motor 19 y/o sirve para el registro del estado actual de funcionamiento del motor 19 en el funcionamiento.

En particular, el aparato de control auxiliar 18 comprende un controlador OBD integrado o un control OBD integrado y/o interfaz OBD, teniendo soporte preferentemente protocolos de bus de datos ISO y/o CAN, con lo que en particular se puede establecer la conexión con el aparato de control de motor 20 y/o con una ECU de gasolina (unidad de control electrónica). Así pueden obtenerse datos breves o extensos de integrador para la detección de un

estado de funcionamiento del motor.

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

En particular, sigue a continuación un ajuste fino de la señal de inyección de gas calculada actualmente, es decir, del tiempo de inyección de gas o de la cantidad de inyección de gas (volumen), así como la cantidad de hidrógeno.

Una influencia, es decir, una regulación o control posterior automático por medio del aparato de control de motor 20, no se efectúa en el modo de gas líquido bivalente. Esto se posibilita en particular por que el aparato de control auxiliar 18 es capaz OBD y puede trabajar autónomamente. Mediante la integración de la sonda lambda 46 y/o de la sonda NOx 45, el módulo offset lambda 28, el módulo $H_2$ 30 y/o el módulo de seguridad 29 está garantizado el modo maestro en motores de gasolina y diésel en modo de gas líquido.

En particular, en un motor de inyección directa de gasolina se alimenta preferentemente un 80 % GLP, un 10 % $H_2$ y un 10 % gasolina al motor 19. En particular, en un motor de inyección diésel se alimenta preferentemente un 70 % GLP, un 10 % $H_2$ y un 20 % de diésel. Los datos porcentuales se refieren o bien a la proporción de volumen o la proporción de peso.

La figura 2 muestra el control de inyección de gas bivalente para un motor de gasolina. Mediante la tensión emitida del sensor de presión de tubo de succión 43 el aparato de control auxiliar bivalente 18 reconoce la carga del motor momentánea (trazo vertical en 1,4 V sobre el eje X). Estos datos de

carga de motor se guardan en el diagrama característico de la figura 5 en cierto modo de manera adaptable, es decir, como valores de salida para un cálculo posterior y/o posterior ajuste, corrección y/o compensación para la obtención del tiempo de inyeccion de gas para GLP y/o de la cantidad de inyección de hidrógeno, así como de otras magnitudes de resultado como, por ejemplo, un enriquecimiento de acelaración, etc. El cálculo de la carga de motor momentánea (figura 5), el diagrama característico de regulación de mezcla de gases (figura 4) y el ajuste offset lambda, es decir, el control o regulación offset, (figura 6) conducen al tiempo de inyeccion de gas GLP, que aparece representado en la línea o curva característica superior de la figura 2, así como en la tabla presentada abajo en la figura 2 como GLP en ms.

Del diagrama característico adaptativo de carga de motor (figura 5) resulta en particular también la cantidad de inyección de hidrógeno que se corresponde con la línea característica inferior o curva de la figura 2 y es indicada en la tabla mostrada abajo en la figura 2 como $H_2$ en [A], es decir, en amperios de la señal al módulo $H_2$ 38.

En un sistema de motor de gasolina de la figura 2 no se alimenta gasolina en el modo de gas líquido al motor. Por ello, en la tabla mostrada abajo en la figura 2 está indicado en „gasolina“ un cero y tampoco se representa ninguna curva para gasolina en el diagrama.

En un sistema que inyecta directamente gasolina (no representado en la figura 2), se calcula porcentualmente por medio del diagrama característico adaptivo de carga del motor (figura 5) el tiempo de inyección de gasolina para la refrigeración de las boquillas de inyección de gasolina, que en el caso de diésel en la figura 3 se añade al diagrama como tercera curva.

La figura 3 muestra el control de inyección de gas bivalente para un motor diésel. Mediante la tensión emitida del sensor de presión Rail 44, el aparato de control auxiliar bivalente 18 reconoce la carga del motor momentánea (trazo vertical en 1,0 V sobre el eje X). Mediante un sensor de presión de tubo de succión 34, los datos de carga de motor están guardados en el diagrama característico de la figura 5 de manera adaptiva, es decir, como valores de salida que se pueden modificar, sobre los que se basan los siguientes cálculos y/o adecuaciones para la obtención del tiempo de inyección de gas para GLP y/o la cantidad de inyección de hidrógeno, así como otras magnitudes de resultado como, por ejemplo, un enriquecimiento de la aceleración. El cálculo de la carga de motor momentáneo (figura 5), el diagrama característico de regulación de mezcla de gases (figura 4) y el ajuste offset lambda (figura 6) conducen al tiempo de inyección de gas GLP, que, como en la figura 2, se corresponde con la más superior de las tres curvas al principio y al final del diagrama y está indicado en la tabla mostrada abajo en la figura 3 como GLP en ms.

Del diagrama característico adaptativo de carga de motor (figura 5) resulta la cantidad de inyección de hidrógeno que está representada como línea o curva característica intermedia en la figura 3 y aparece mostrada en la tabla inferior en la figura 3 como $H_2$ en [A], es decir, en amperios de la señal al módulo $H_2$ 38.

Para el encendido del combustible, se calcula en motores diésel por medio del diagrama característico adaptivo de carga del motor (figura 5) la cantidad de inyección diésel que debe darse, que se corresponde con la más inferior de las tres curvas o líneas características de la figura 3 y también está

indicada en la tabla presentada abajo en la figura 3 con la designación „diésel“.

En la tabla y los diagramas característicos de las figuras 2 y 3 el fabricante o un taller puede cambiar en cualquier momento lo valores básicos. En el estado de suministro, el aparato de control auxiliar bivalente 18 está preferentemente bloqueado, de tal modo que no es posible realizar cambios o ajustes relevantes para los gases de escape por parte de terceros.

El diagrama característico de inyección de gas que se ha calculado sobre la base de la temperatura de gas, presión de gas, la conductividad de gas (conductividad térmica-resistencia efectiva-densidad de gas), posibilita al módulo de análisis de mezcla de gases 7 emitir una señal de tensión definida (representado valor de combustión $H_s$ voltios) o una correspondiente señal digital de 8 bits como medida de la calidad del gas. Esta señal determina en la figura 4 el punto grande entre 1,2 V y 1,4 V sobre el eje X. El diagrama característico de regulación de mezcla de gases creado adaptativamente (curva o línea característica de la figura 4 con puntos reproducidos discretamente) expresa si el tiempo de inyección de gas debe ser elevado o reducido porcentualmente para alcanzar el factor lambda uno de una combustión estequiométrica con una inyección de gas (presuponiendo una mezcla homogénea). Mostrada para el control aparece en la figura 4 la tensión de alimentación („tensión de servicio“) del módulo de análisis de mezcla de gases 7 y la tensión realmente emitida para el valor de combustión de la mezcla de gases real Hs en voltios.

La figura 5 muestra el diagrama característico adaptivo de carga del motor. La línea de diagrama característico de motor (curva izquierda superior con puntos redondos discretos) se crea adaptivamente durante el trayecto por

medio del sensor de presión de tubo de succión 43 (presión negativa/kPa) en relación con el tiempo de inyección de gas. En el diagrama representado en la figura 5, están reproducidos el diagrama característico adaptivo de carga del motor y la línea característica de inyección de gas (curva inferior con puntos de medición discretos cuadrados), que ha sido creada adaptivamente por el diagrama característico de regulación de mezcla de gases de la figura 4, el control offset lambda de la figura 6 y la carga de motor calculada por el sensor de presión de tubo de succión 43. El punto de carga momentáneo (en aproximadamente 2,6 ms sobre el eje X y aproximadamente -36 % en el eje Y) determina el tiempo de inyección de gas GLP y la cantidad de hidrógeno que debe liberarse para el motor de gasolina (figura 2) y el motor diésel (figura 3).

La Figura 6 muestra el control offset lambda (módulo offset lambda 28), apareciendo mostradas unas junto a otras las diferentes sondas con una barra izquierda en cada caso como la señal original de la sonda y una barra derecha como señal ajustada que se pone a disposición del aparato de control auxiliar 18 en modo de gas líquido para el ajuste del tiempo y/o cantidad de inyección de gas (por ejemplo, GLP y $H_2$) de acuerdo con la figura 5. En el funcionamiento monovalente, la señal original (barra izquierda en cada caso) es alimentada al aparato de control de motor 20. La barra derecha en cada caso con la señal lambda cambiada o ajustada por el control offset lambda -en una forma de realización, procesada por curvas de valores de referencia, por el homomorfismo de álgebra de Lie en relación con la fórmula de Brettschneider- se alimenta al aparato de control de motor 20 para el subsiguiente procesamiento y/o supervisión, de tal modo que en el aparato de control de motor 20 no se realiza ningún cambio no deseado y erróneo de diagrama

característico lambda. Al desactivar el modo de gas líquido, el motor puede seguir funcionando gracias a ello de inmediato de manera monovalente sin un fallo de control del aparato de control de motor 20.

La figura 7 muestra que el aparato de control auxiliar 18 presenta un OBD que trabaja completamente de manera independiente. Durante el funcionamiento de conducción, de esta manera todos los sistemas que influyen en los gases de escape pueden ser supervisados y/o adicionalmente se puede acceder a los datos de otros equipos de control del vehículo cuyos datos son accesibles mediante el software. Errores que aparecen son mostrados al conductor por medio, por ejemplo, de luces de control y guardados en el aparato de control auxiliar 18, así como también en el aparato de control correspondiente, en particular de manera duradera. Avisos de error pueden ser así consultados más tarde por un taller especializado por medio de interfaces normalizadas. Los códigos (los denominados códigos PO) están fijados en la norma ISO 15031-6.

Las figuras 8 y 9 muestran diagramas de proceso a modo de ejemplo relativos a los procesos descritos anteriormente. La figura 10 muestra un diagrama característico a modo de ejemplo e ilustra el cálculo de una magnitud de salida C sobre la base de las magnitudes de entrada A y B. C depende de A y B. El diagrama característico comprende un número limitado de valores para la magnitud de salida C, que está asociada en cada caso a una combinación de valores de las magnitudes de entrada A y B. En particular, el dispositivo está diseñado de tal modo que se efectúa un cálculo, por ejemplo, el tiempo de inyección calculado, el valor de combustión calculado y/o el valor característico calculado de mezcla de gases, en cada caso por medio de al menos un

diagrama característico diseñado para ello.

Como se ha descrito anteriormente, la información sobre la mezcla de la mezcla de gases, es decir, si la mezcla de gases se presenta en forma gaseosa o líquida, en particular en el sensor de conductividad de gas 8, el sensor de temperatura de gas 1 y/o el sensor de presión 9, se puede calcular por varias vías. Por ejemplo, la información puede calcularse por medio de la mezcla de gases sobre la base del funcionamiento o estado de funcionamiento, es decir, gasesosa en arranque con gas o líquida en modo de gas líquido normal. Alternativa o complementariamente, la información sobre la mezcla de gases se puede calcular sobre la base de la posición de válvula de cierre 33 y/o válvula de servicio 51. En particular, la información „gaseosa“ está calculada o se calcula como „gaseosa“ cuando el modo es arranque con gas o cuando la válvula de servicio (51) está cerrada y la segunda válvula de cierre 33, así como en particular la primera válvula de cierre 10 están abiertas. En particular, la información „líquida“ está calculada o se calcula como „líquida“ cuando el modo es modo de gas líquido normal o cuando la segunda válvula de cierre 33 está cerrada y la válvula de servicio (51), así como en particular la primera válvula de cierre 10 están abiertas. Preferentemente, la posición, es decir, abierta o cerrada, de una válvula accionada eléctricamente está disponible en el control para el accionamiento de la válvula.

En una forma de realización preferente, se utiliza el sensor de temperatura de agua 37 en el vaporizador y/o regulador de presión para el cálculo de la información sobre la mezcla de gases o el estado de agregación de la mezcla de gases. De este modo se puede posibilitar un cálculo particularmente seguro. El sensor de temperatura de agua 37 puede emplearse

también para la detección de un arranque en frío y/o un calentamiento.

En una forma de realización preferente, el estado de agregación o la información „líquida“ está calculada o se calcula como „líquida“ cuando el sensor de temperatura de agua 37 mide o emite una temperatura de la mezcla de gases de más de 20°C, preferentemente más de 25°C, de manera particularmente preferente más de 30°C, a continuación denominada temperatura umbral. Preferentemente, se cambia entonces al modo de gas líquido normal. En una forma de realización preferente, el estado de agregación o la información „gaseosa“ está calculada o se calcula como „gaseosa“ cuando el sensor de temperatura de agua 37 mide o emite una temperatura de la mezcla de gases por debajo de la temperatura umbral, en particular por debajo de 20° o preferentemente por debajo de 30°C. Un cálculo particularmente seguro de la información o del estado de agregación puede posibilitarse de este modo.

En una forma de realización preferente, está prevista una unidad de transmisión de información para el cálculo de la información sobre la mezcla de gases o un estado de agregación de la mezcla de gases. Modo de gas líquido normal quiere decir modo de gas líquido con mezcla de gases líquida y/o sin arranque con gas.

En una forma de realización particularmente preferente, la información sobre la mezcla de gases (gaseosa o líquida) se emplea como magnitud de entrada para la medición de la conductividad de gas por medio del sensor de conductividad de gas. La configuración del sensor de conductividad de gas puede ajustarse de este modo al estado de agregación de la mezcla de gases que debe medirse. Preferentemente, la tensión para la medición de la

conductividad de gas se ajusta al estado de agregación de la mezcla de gases que debe medirse. En una forma de realización, está prevista una primera tensión predefinida para la medición de una mezcla de gases líquida y una segunda tensión predefinida para la medición de una mezcla de gases gaseosa. Preferentemente, está previsto un control de sensor de conductividad de gas para seleccionar sobre la base de la información sobre la mezcla de gases o el estado de agregación de la mezcla de gases una tensión predefinida, en particular la primera o la segunda tensión, para el sensor de conductividad de gas para la medición de la mezcla de gases.

En una forma de realización particularmente preferente, la segunda tensión predefinida es mayor de 60 voltios, preferentemente mayor de 80 voltios, en particular preferentemente mayor de 100 voltios. En particular, una tensión predefinida para el sensor de conductividad de gas para la medición de una mezcla de gases gaseosa es mayor de 60 voltios, preferentemente mayor de 80 voltios, en particular preferentemente mayor de 100 voltios. En una forma de realización, la primera tensión predefinida es menor que la segunda tensión predefinida.

En particular, para el cálculo de un tiempo de inyección y/o cantidad de un combustible de gas líquido que debe alimentarse a un cilindro de un motor, el dispositivo comprende al menos un procesador y al menos un medio de almacenamiento con un código de programa, estando configurados el al menos un medio de almacenamiento, el al menos un procesador y el código de programa de tal modo que el dispositivo es incitado a ejecutar y/o controlar pasos fijados por el código de programa.

En una forma de realización, tanto la conductividad de gas como la

información sobre la mezcla de gases o el estado de agregación sirven como magnitudes de entrada para la tabla de consulta de análisis de mezcla de gases para el cálculo del valor de combustión como magnitud de salida.

Lista de referencias:

1 Sensor de temperatura

2 Mezcla de gases

3 Depósito de gas

4 Multiválvula

5 Flotador

6 Conducto de gas licuado

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 Vaporizador y/o regulador de presión

12 Lado de baja presión

13 Salidas de cable

14 Conducto flexible de baja presión

15 Filtro centrífugo

16 Distribuidor Faust

17 Válvula de inyección de gas

18 Aparato de control auxiliar

19 Motor

20 Aparato de control de motor

21 Fase de vapor

22 Cable de señal para la temperatura de gas

23 Cable de control para la válvula de inyección de gas

24 Cable de señal o cable de control para el sensor de conductividad de gas

25 Sensor de temperatura de gas

26 Cable de control para las señales de inyección de gasolina/diésel

27 Dispositivo de inyección

28 Módulo offset lambda

29 Módulo de seguridad

30 Módulo $H_2$

31 Conexión de toma con válvula para gas en la fase en forma de vapor

32 Conducto de gas para gas en la fase en forma de vapor

33 Segunda válvula de cierre controlada a distancia para gas en la fase en forma de vapor

34 Alimentación de calor-agua para el vaporizador/regulador de presión

35 Cable de control para la segunda válvula de cierre controlada a distancia

36 Cable de control para la primera válvula de cierre controlada a distancia

37 Sensor de temperatura de agua en el vaporizador y/o regulador de presión

38 Célula $H_2$ o célula de hidrógeno

39 Sensor de detonación para el módulo $H_2$

40 Boquilla de inyección $H_2$

41 Sensor de detonación para el módulo de seguridad

42 Sonda de medición de temperatura de gases de escape

43 Sensor de presión de tubo de succión

44 Sensor de presión Rail

45 Sonda NOx

46 Sonda lambda

47 Transmisión de datos OBD

48 Primer cable de datos offset lambda para el aparato de control auxiliar

49 Segundo cable de datos offset lambda para el aparato de control de motor

50 Cable de control para la válvula de servicio controlada a distancia

51 Válvula de servicio controlada a distancia

52 Cable de señal o control para el módulo $H_2$

53 Cable de señal o control para el módulo de seguridad

54 Conmutador

55 Cámara de vaporización del vaporizador y/o regulador de presión

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de arranque con gas que comprende un vaporizador y/o un regulador de presión (11) y un conducto de gas licuado (6) que está configurado para permitir que una mezcla de gases líquida (2) de un combustible de gas líquido circule a través del conducto de gas licuado (6) desde un depósito de gas (3) al vaporizador y/o regulador de presión (11) para ser convertido a su estado gaseoso ahí, donde el dispositivo de arranque con gas está configurado para que, en un arranque del motor (19) en modo puro de gas líquido, solo se extraiga la fase gaseosa (21) de la mezcla de gases (2, 21) del combustible de gas líquido del depósito de gas (3) para su inyección en el cilindro del motor (19) y sea conducida a través del conducto de gas licuado (6) al vaporizador y/o regulador de presión (11).

2. Método para controlar un arranque con gas, donde una mezcla de gases liquida (2) de un combustible de gas líquido es conducida a través de un conducto de gas licuado (6) desde un depósito de gas (3) a un vaporizador y/o regulador de presión (11) para ser convertido a su estado gaseoso ahí, de manera que en caso de un arranque con gas, una válvula de servicio (51) se mantiene cerrada de manera que una fase liquida (2) de la mezcla de gases (2,21) no puede llegar al vaporizador y/o regulador de presión (11) o a una válvula de inyección (17), y una segunda válvula de cierre (33) se abre para permitir la entrada de la fase gaseosa (21) de la mezcla de gases (2,21) desde un depósito de gas (3) a través del conducto de gas licuado (6) al vaporizador y/o regulador de presión (11).

3. Módulo de análisis de mezcla de gases (7) para determinar una composición de mezcla de gases, donde el módulo de análisis de mezcla de gases (7) está configurado para calcula un valor de combustión de la mezcla de gases o un valor característico de mezcla de gases de la mezcla de gases (2, 21) de acuerdo a la composición actual de la mezcla de gases (2,21) y basada en la conductividad del gas, la temperatura y la presión de la mezcla de gases (7) mediante el uso de una tabla de consulta de análisis de mezcla de gases.

4. Dispositivo para calcular un tiempo de inyección y/o una cantidad de combustible de gas líquido -tales como autogás, gas natural, gas natural licuado, biogás o hidrógeno- para ser provisto para hacer funcionar el motor (19) en un modo de combustible bivalente o trivalente, donde la cantidad de combustible de gas líquido para alimentar a un cilindro de un motor (19) se define mediante el tiempo de inyección teniendo una velocidad constante de alimentación o un velocidad constante de flujo del combustible de gas líquido al cilindro, donde el dispositivo está configurado de modo que el tiempo de inyección del combustible de gas líquido calculado depende de un valor de combustión calculado o un valor característico de mezcla de gases calculado, comprendiendo una tabla de consulta de análisis de mezcla de gases configurada para que, dependiendo del valor de combustión calculado o del valor característico de mezcla de gases, un factor de ajuste de la mezcla de gases sea determinado, del que el tiempo de inyección calculado depende; caracterizado porque el dispositivo comprende un sensor de conductividad de gas (8) configurado para medir una conductividad eléctrica de la mezcla de

gases (2, 21) del combustible de gas líquido, donde la conductividad eléctrica es la capacidad de la mezcla de gases (2, 21) para conducir corriente eléctrica, y donde el aparato está configurado para calcular el valor de combustión o el valor característico de mezcla de gases en base a la conductividad eléctrica medida.

## RESUMEN

### DISPOSITIVO PARA UN FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR

La invención se refiere a un dispositivo y un procedimiento para el cálculo de un tiempo de inyección y/o una cantidad de un combustible de gas líquido que debe alimentarse a un cilindro de un motor 19 -como, por ejemplo, gas licuado de petróleo (GLP), gas natural (GNC), gas natural licuado (GNL), biogás o hidrógeno ($H_2$) -para un funcionamiento del motor 19 en un modo de combustible bivalente o trivalente, estando diseñado el dispositivo de tal modo que el tiempo de inyección calculado del combustible de gas líquido depende de un valor de combustión calculado o de un valor característico de mezcla de gases calculado. Un módulo de análisis de mezcla de gases 7 sirve para la optimización de la combustión. Un dispositivo de arranque con gas posibilita un arranque con gas de un vehículo también a bajas temperaturas.

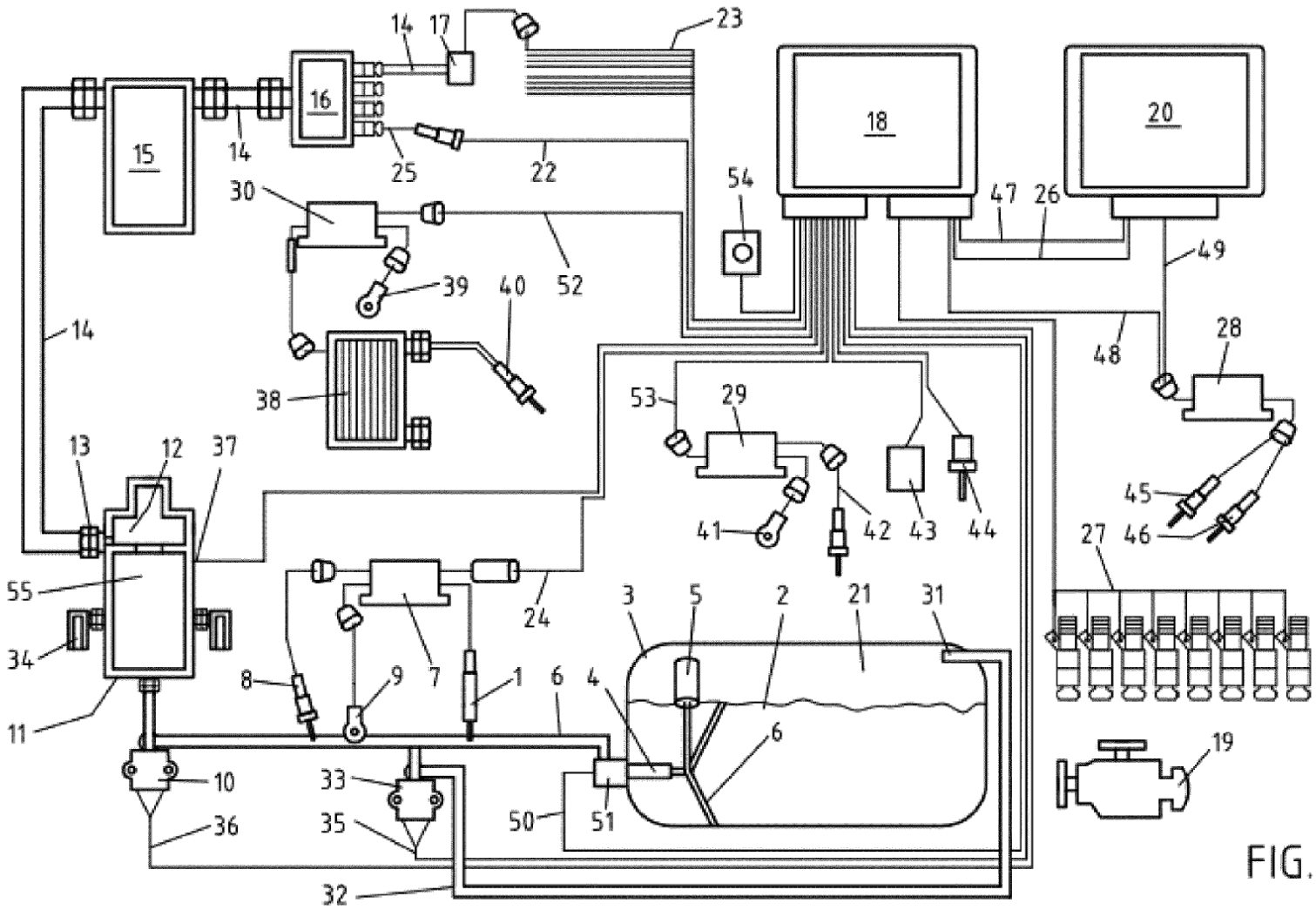
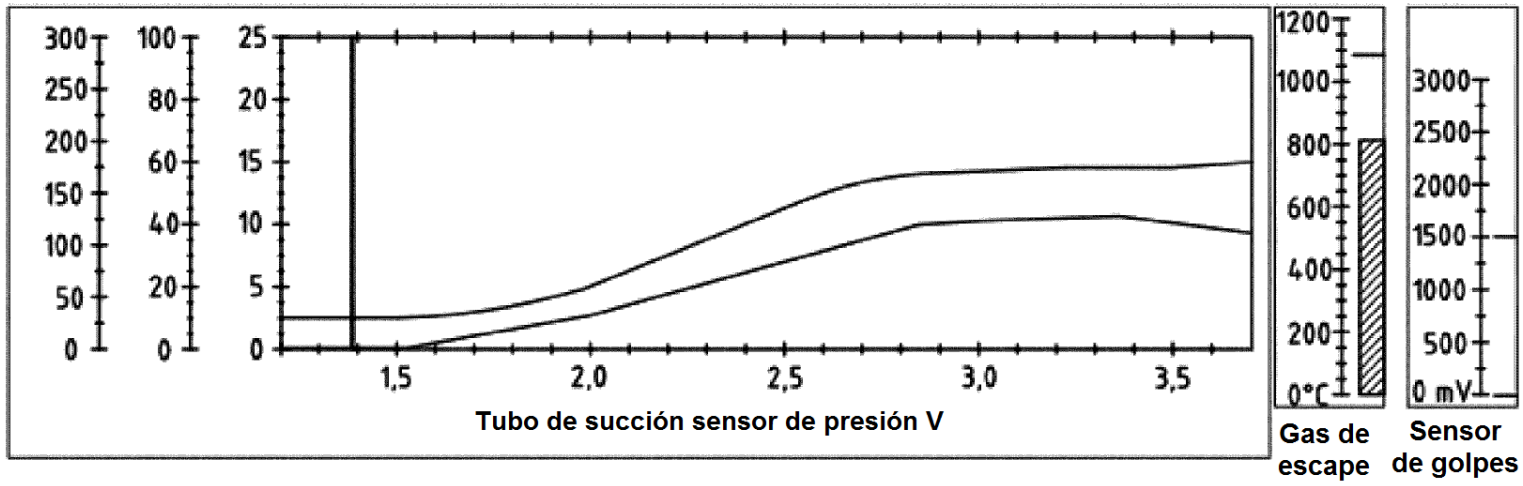
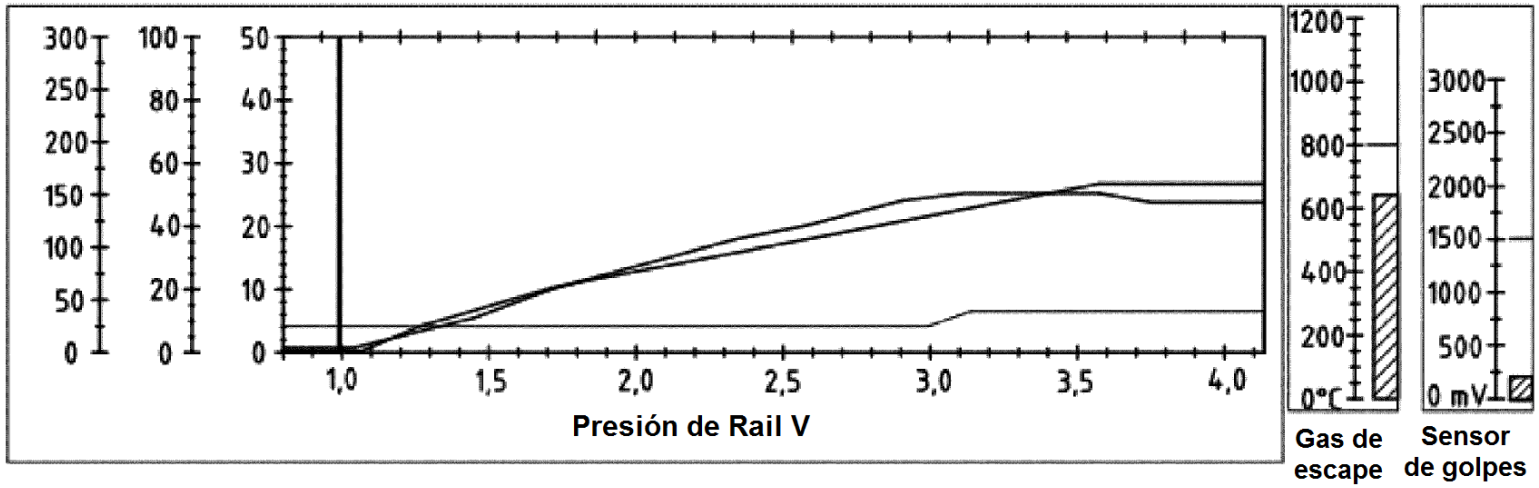

14
17
23
16
15
14
25
22
18
20
54
47
26
30
39
40
52
49
14
48
28
38
53
29
13
12
37
41
42
43
44
45
27
46
55
24
3
5
2
21
31
34
8
9
7
1
6
4
6
11
10
33
19
36
35
50
51
32

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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GPL 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 |
| $H_2A$ | 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 Rail V | 0,80 | 1,11 | 1,19 | 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GPL ms | 1,0 | 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 |
| $H_2A$ | 1 | 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 | 7 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |

FIG.3

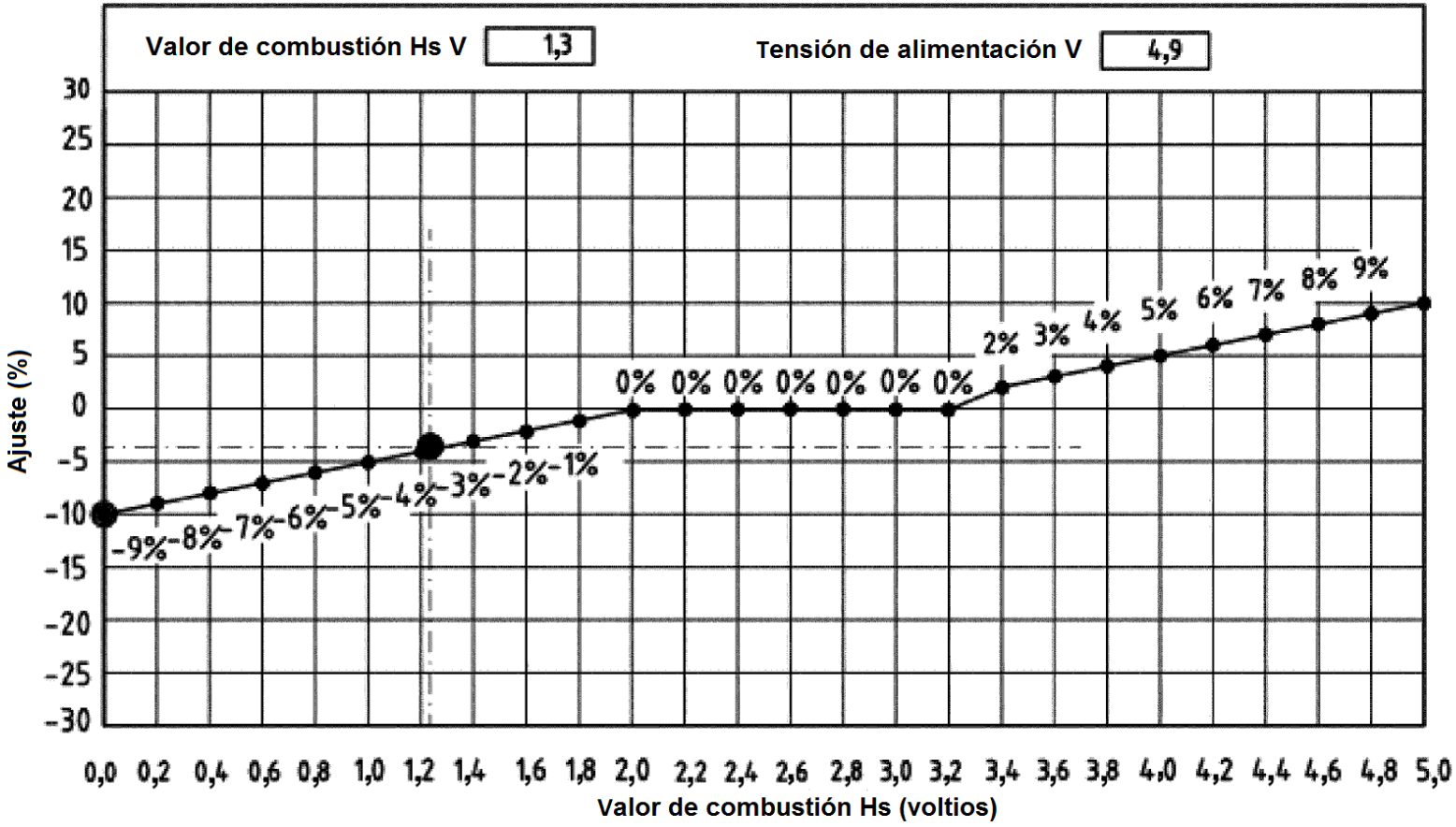

Valor de combustión Hs V
1,3
Tensión de alimentación V
4,9
Ajuste (%)
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-9% -8% -7% -6% -5% -4% -3% -2% -1%
0% 0% 0% 0% 0% 0% 0%
2% 3% 4% 5% 6% 7% 8% 9%
0,0 0,2 0,4 0,6 0,8 1,0 1,2 1,4 1,6 1,8 2,0 2,2 2,4 2,6 2,8 3,0 3,2 3,4 3,6 3,8 4,0 4,2 4,4 4,6 4,8 5,0
Valor de combustión Hs (voltios)

FIG.4

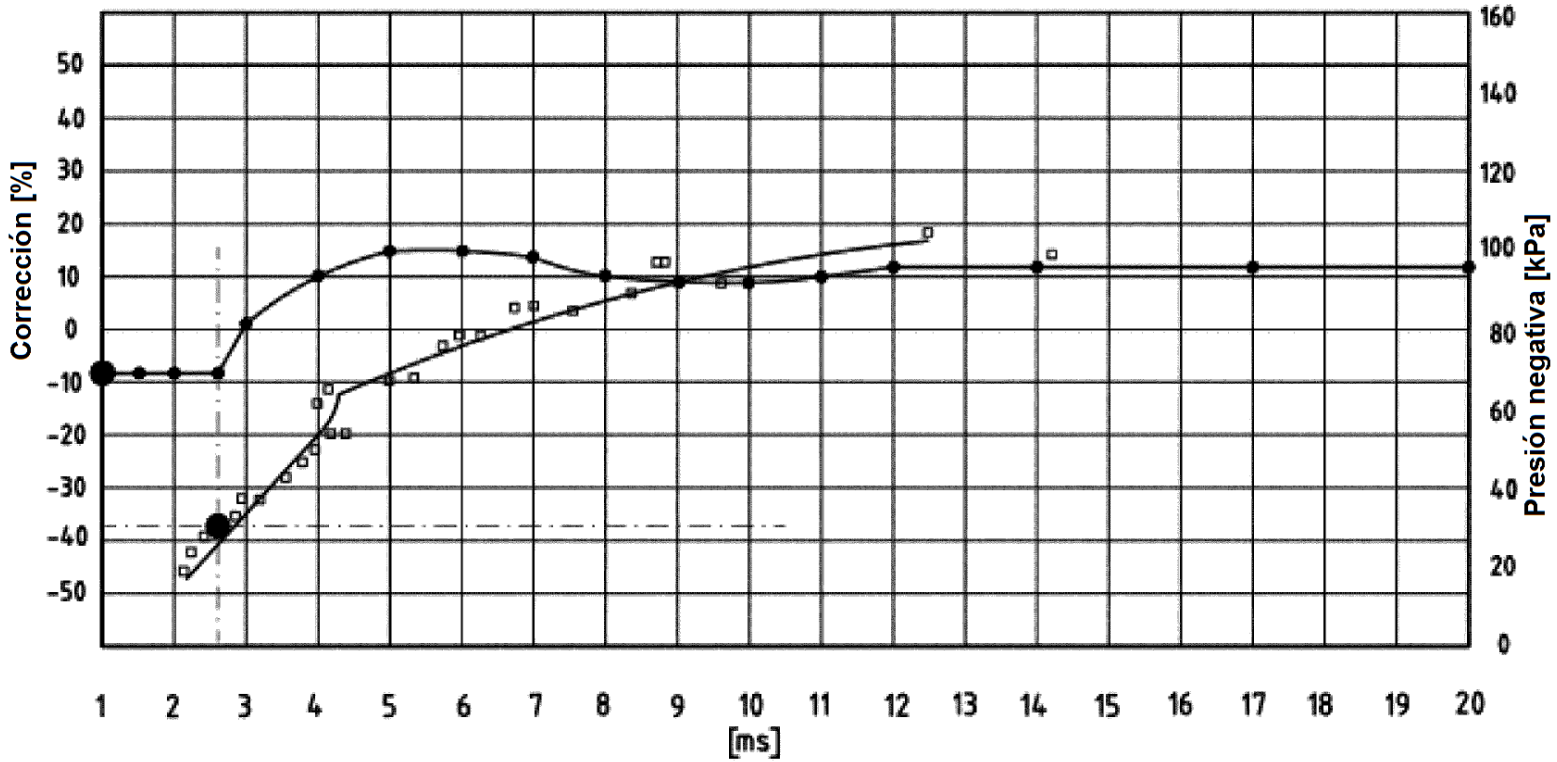

Corrección [%]
50
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
Presión negativa [kPa]
160
140
120
100
80
60
40
20
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
[ms]

FIG.5

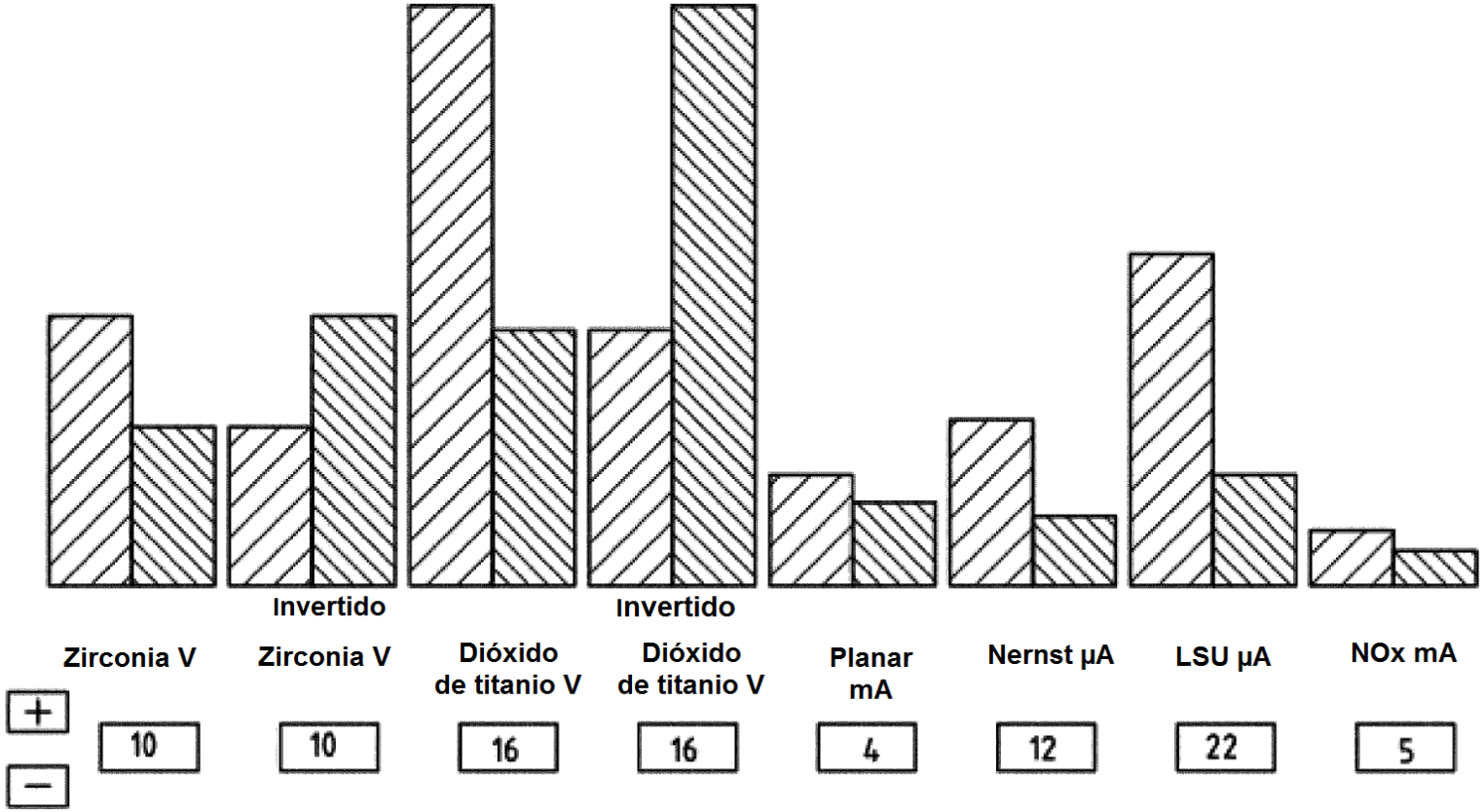

Invertido
Invertido
Zirconia V
Zirconia V
Dióxido de titanio V
Dióxido de titanio V
Planar mA
Nernst µA
LSU µA
NOx mA
+
−
10
10
16
16
4
12
22
5

FIG.6

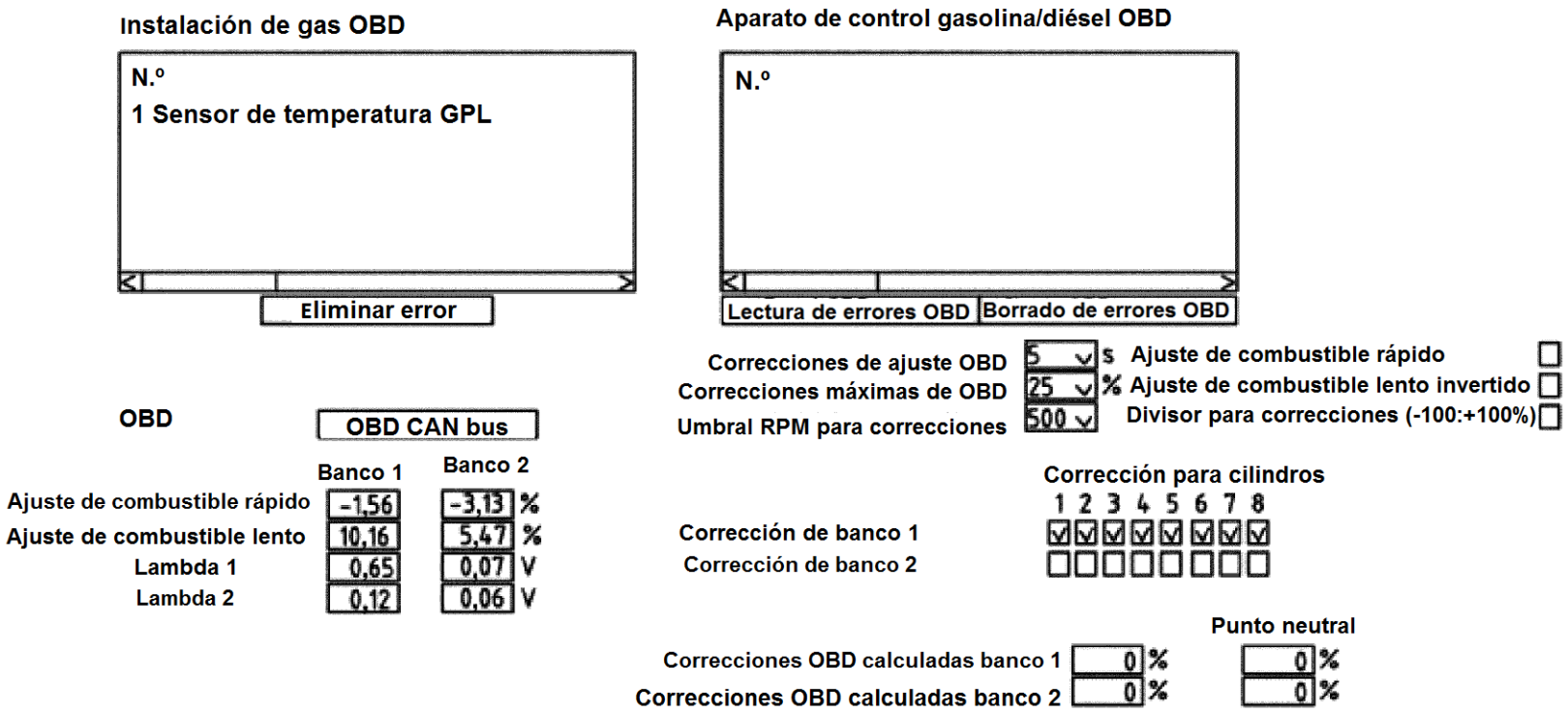

Instalación de gas OBD
N.º
1 Sensor de temperatura GPL
Eliminar error
Aparato de control gasolina/diésel OBD
N.º
Lectura de errores OBD
Borrado de errores OBD
Correcciones de ajuste OBD
Correcciones máximas de OBD
Umbral RPM para correcciones
5 s
25 %
500
Ajuste de combustible rápido
Ajuste de combustible lento invertido
Divisor para correcciones (-100:+100%)
OBD
OBD CAN bus
Banco 1
Banco 2
Ajuste de combustible rápido -1,56 -3,13 %
Ajuste de combustible lento 10,16 5,47 %
Lambda 1 0,65 0,07 V
Lambda 2 0,12 0,06 V
Corrección para cilindros
1 2 3 4 5 6 7 8
Corrección de banco 1
Corrección de banco 2
Punto neutral
Correcciones OBD calculadas banco 1 0 % 0 %
Correcciones OBD calculadas banco 2 0 % 0 %

FIG.7

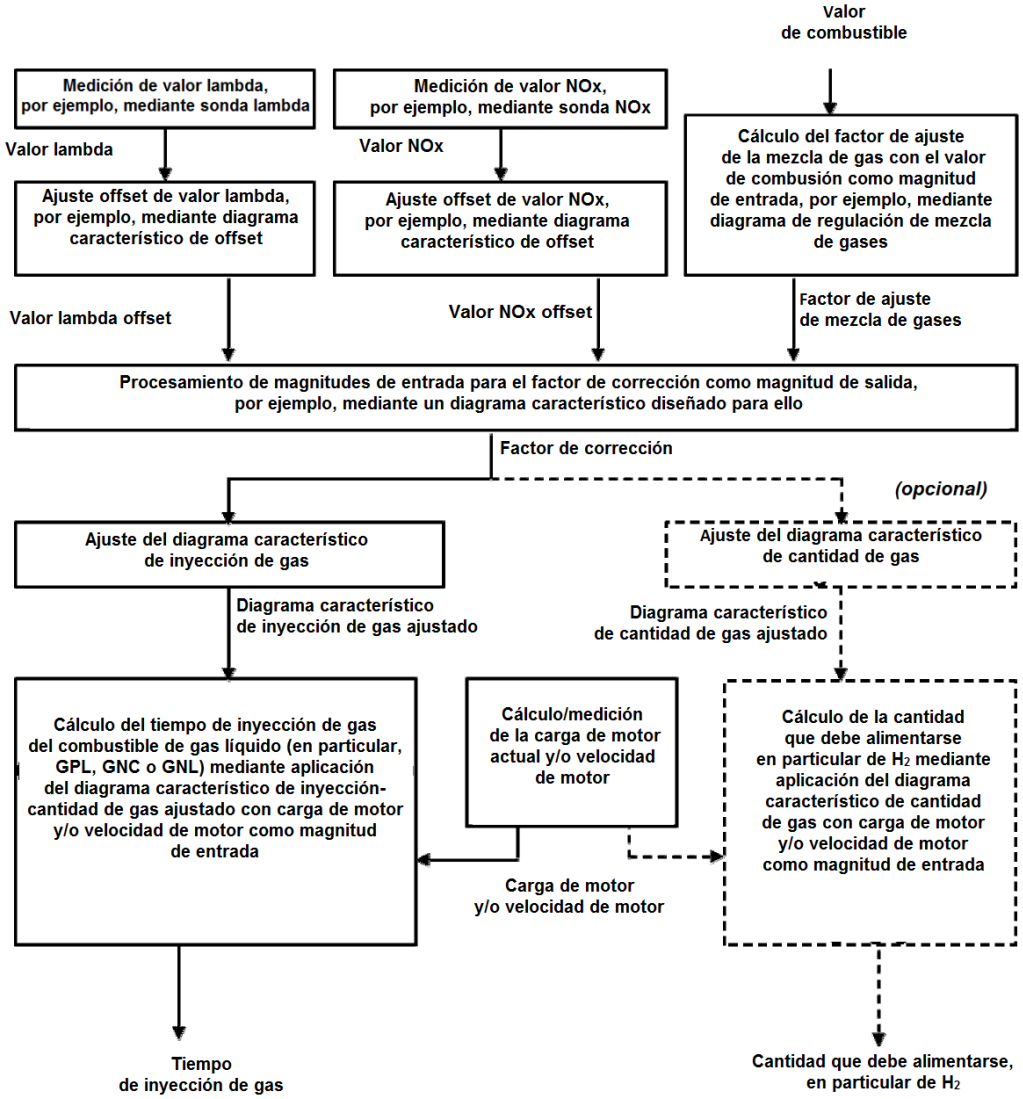

Valor
de combustible
Medición de valor lambda,
por ejemplo, mediante sonda lambda
Medición de valor NOx,
por ejemplo, mediante sonda NOx
Valor lambda
Valor NOx
Cálculo del factor de ajuste
de la mezcla de gas con el valor
de combusión como magnitud
de entrada, por ejemplo, mediante
diagrama de regulación de mezcla
de gases
Ajuste offset de valor lambda,
por ejemplo, mediante diagrama
característico de offset
Ajuste offset de valor NOx,
por ejemplo, mediante diagrama
característico de offset
Valor lambda offset
Valor NOx offset
Factor de ajuste
de mezcla de gases
Procesamiento de magnitudes de entrada para el factor de corrección como magnitud de salida,
por ejemplo, mediante un diagrama característico diseñado para ello
Factor de corrección
(opcional)
Ajuste del diagrama característico
de inyección de gas
Ajuste del diagrama característico
de cantidad de gas
Diagrama característico
de inyección de gas ajustado
Diagrama característico
de cantidad de gas ajustado
Cálculo del tiempo de inyección de gas
del combustible de gas líquido (en particular,
GPL, GNC o GNL) mediante aplicación
del diagrama característico de inyección-
cantidad de gas ajustado con carga de motor
y/o velocidad de motor como magnitud
de entrada
Cálculo/medición
de la carga de motor
actual y/o velocidad
de motor
Cálculo de la cantidad
que debe alimentarse
en particular de H2 mediante
aplicación del diagrama
característico de cantidad
de gas con carga de motor
y/o velocidad de motor
como magnitud de entrada
Carga de motor
y/o velocidad de motor
Tiempo
de inyección de gas
Cantidad que debe alimentarse,
en particular de H2

Fig. 8

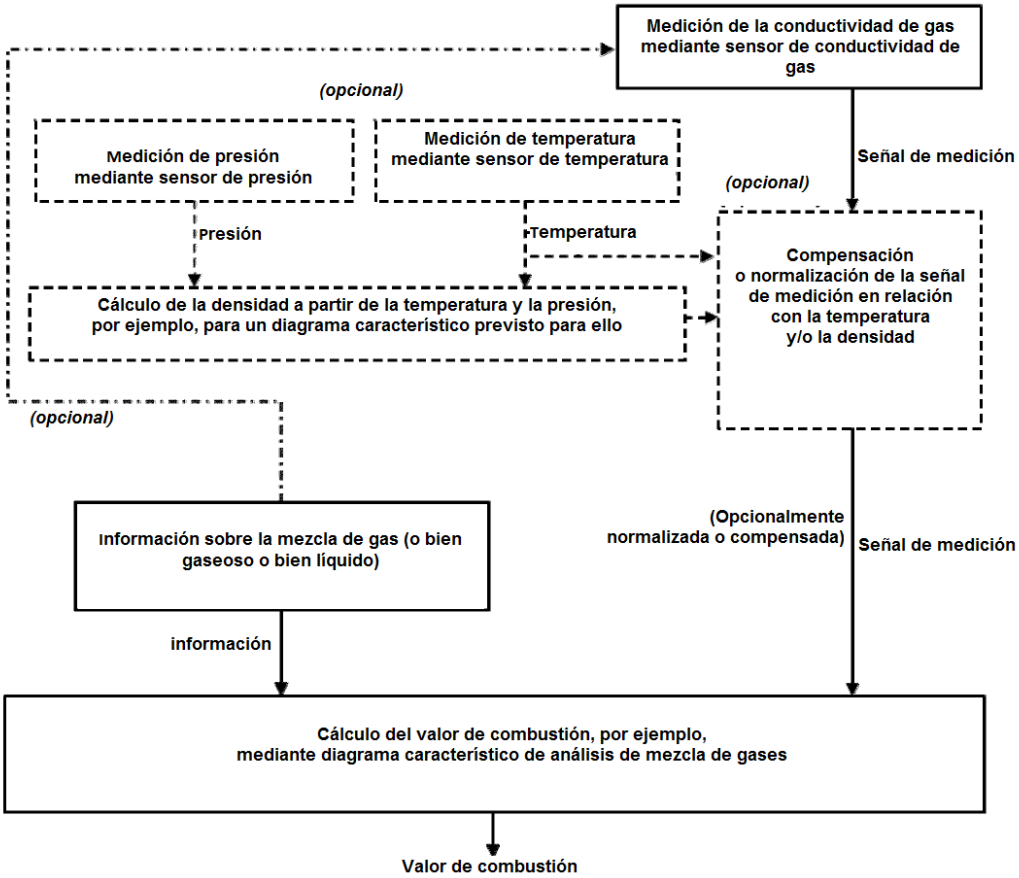

Medición de la conductividad de gas mediante sensor de conductividad de gas
(opcional)
Medición de presión mediante sensor de presión
Medición de temperatura mediante sensor de temperatura
Señal de medición
(opcional)
Presión
Temperatura
Compensación o normalización de la señal de medición en relación con la temperatura y/o la densidad
Cálculo de la densidad a partir de la temperatura y la presión, por ejemplo, para un diagrama característico previsto para ello
(opcional)
Información sobre la mezcla de gas (o bien gaseoso o bien líquido)
(Opcionalmente normalizada o compensada)
Señal de medición
información
Cálculo del valor de combustión, por ejemplo, mediante diagrama característico de análisis de mezcla de gases
Valor de combustión

Fig. 9

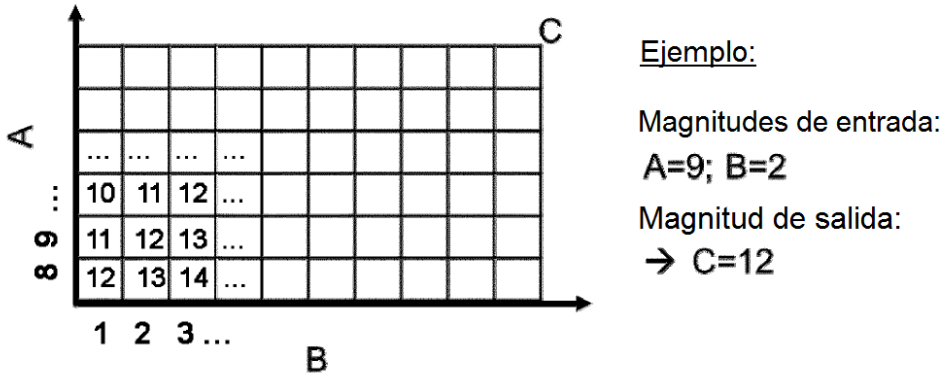

C
A
... ... ... ...
10 11 12 ...
11 12 13 ...
12 13 14 ...
8 9 ...
1 2 3 ...
B
Ejemplo:
Magnitudes de entrada:
A=9; B=2
Magnitud de salida:
→ C=12

Fig. 10