

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 106**

51 Int. Cl.:

F02D 19/02 (2006.01)

F02M 21/02 (2006.01)

F02B 43/00 (2006.01)

F02B 1/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2009 E 09013090 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.02.2015 EP 2312140**

54 Título: **Sistema de admisión de gas combustible para un motor alimentado por gas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.05.2015

73 Titular/es:

**CATERPILLAR MOTOREN GMBH & CO. KG
(100.0%)
Falckensteiner Strasse 2
24159 Kiel, DE**

72 Inventor/es:

**RITSCHER, BERT;
HOEFER, WOLFGANG y
MEISSNER, MANFRED**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 536 106 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de admisión de gas combustible para un motor alimentado por gas

5 Campo técnico

La presente descripción se refiere, en general, a un sistema de admisión de gas combustible para un motor alimentado por gas que tiene al menos una cámara de combustión a la que se suministra aire de admisión a una presión de aire de admisión y, en particular, por ejemplo, a un sistema de admisión de combustible de gas natural para un motor alimentado por gas natural.

Adicionalmente, la presente divulgación se refiere a un método para evitar paradas de motor de un motor alimentado por gas como consecuencia de posibles eventos de rechazo de carga.

15 Además, la presente divulgación se refiere a una unidad de generación de energía que comprende al menos un generador eléctrico y al menos un motor alimentado por gas configurado para accionar mecánicamente el al menos un generador eléctrico.

20 Antecedentes

Los motores alimentados por gas como, por ejemplo, los motores alimentados por gas natural, pueden utilizar las válvulas de admisión de gas para admitir el gas natural en el canal de admisión de los motores de combustión interna encendidos por chispa. En la actualidad, se utilizan en particular válvulas de admisión de gas operadas por solenoide (SOGAV). Una SOGAV puede ser una válvula de admisión de gas de alta respuesta, accionada eléctricamente, para la admisión de combustible en colectores u orificios. La SOGAV puede estar diseñada para su uso en motores de cuatro tiempos, turboalimentados, de gas natural o de combustible dual. Normalmente, se requiere una SOGAV para cada cilindro del motor.

30 En el documento US 5.329.908 A, un sistema de inyección de gas natural comprimido para motores de combustible gaseoso incluye una unidad de control electrónico que controla la sincronización de la inyección para inyectar gas comprimido en unos cilindros, a medida que cada pistón se acerca a su posición de punto muerto superior.

35 El documento US 5.623.907 da a conocer un sistema de suministro y almacenamiento de combustible de propano líquido para motores de combustión interna de vehículos a motor. Este sistema conocido incluye conductos de suministro de combustible para comunicar el combustible de propano entre un tanque de almacenamiento y los inyectores de combustible del motor, y una bomba de combustible eléctrica.

40 En el documento US 6.446.616 A se da a conocer un sistema de ventilación para vehículos de combustible gaseoso. En este caso, un sistema de ventilación para vehículos alimentados por gas tiene un regulador de presión y una válvula de alivio acoplados a una línea de combustible y una línea de ventilación, de tal modo que el gas combustible sea acoplado a la línea de ventilación al operar el regulador o la válvula.

45 El documento DE 10 2004 060 905 A1 da a conocer un motor de combustión interna, por ejemplo un motor con línea de gas y un método de control para un vehículo. El método de control consiste en reducir la alta presión del combustible en estado gaseoso a una presión más baja mediante un reductor de presión, y controlar la presión más baja por medio de una señal procedente de un dispositivo de control.

50 El documento US 7.140.354 B1 da a conocer un motor de combustión interna. Cuando se arranca el motor de combustión interna, el voltaje de la batería queda tan reducido debido a la manipulación del motor de arranque que no resulta posible la apertura del inyector ante una alta presión de gas. Para resolver este problema, se reduce la presión en el depósito de combustible al arrancar el motor introduciendo un tiempo de retardo entre el momento en el que se apaga el motor y el momento en el que realmente se detiene. Durante este tiempo, se purga el gas a alta presión del colector de combustible. La causa del problema anteriormente mencionado reside en que cuando se arranca el motor sólo se dispone de un bajo voltaje.

55 El documento US 7.140.354 B1 da a conocer un sistema de combustible gaseoso comprimido para un motor de combustión interna. Cuando la presión en el conducto de distribución de combustible es superior a la deseada, el combustible es extraído del conducto de distribución de combustible, recomprimido, e inyectado en el sistema de combustible para el regulador de control. El combustible es extraído del conducto de distribución de combustible por medio de una bomba. El uso de una bomba probablemente resultará en un tiempo de respuesta inapropiadamente largo.

65 El documento US 7.406.950 B2 se refiere a un aparato de suministro de combustible que, desde un tanque de combustible, alimenta a presión un inyector con un combustible líquido que tiende a evaporarse en comparación con una gasolina en estado líquido, para suministrarlo a un motor. En este caso, un aparato de suministro de combustible para motor de tipo sin retorno comprende una unidad de control electrónico que controla una tubería de

combustible y unos inyectores de combustible y que presuriza un gas combustible licuado almacenado en un depósito de combustible mediante una bomba de combustible con el fin de alimentar el inyector a través de la tubería de suministro de combustible, y suministrarlo al motor. Una unidad de control electrónico controla por retroalimentación el funcionamiento de la bomba de combustible basándose en la presión de combustible detectada, de tal modo que la presión de inyección de combustible mantenga una presión objetivo predeterminada.

En el documento US 5.983.714 A se da a conocer un sistema para detectar el fallo de un sensor de presión de combustible en un motor de combustión interna. En este sistema, se compara un índice, indicativo de una relación entre la fluctuación de la presión de combustible y la variación de la fluctuación absoluta, con unos valores de referencia que definen un rango. El fallo del sensor se discrimina cuando se observa que el índice ha permanecido fuera del rango durante el tiempo máximo predeterminado. Este sistema permite la detección rápida y precisa de anomalías o fallos del sensor de presión de combustible.

El documento US 5.868.121 se refiere a un sistema de alivio de presión de combustible para un motor de combustible dual que incluye al menos una válvula de admisión de gas combustible situada entre una zona de entrada de combustible gaseoso y una zona de entrada de aire. El sistema incluye un primer sensor de presión situado en la zona de entrada de combustible gaseoso y un segundo sensor de presión situado en la zona de entrada de aire. Un controlador electrónico está conectado al primer sensor de presión y al segundo sensor de presión. Una ruta de ventilación de combustible gaseoso se extiende entre la zona de entrada de gas combustible y una parte de una ruta de admisión de aire del motor. Una válvula de ventilación está situada a lo largo de la ruta de ventilación de combustible gaseoso y de ese modo está conectada a la electrónica de control de un control. Cuando la presión diferencial a través de la válvula de admisión de combustible gaseoso supera un nivel predeterminado, se abre la válvula de ventilación de combustible para aliviar la presión. Este sistema conocido está configurado para operar en un modo de combustible dual. Adicionalmente, si no se desea el modo de combustible dual, la válvula de ventilación queda cerrada. En el modo dual de combustible la comprobación de la presión diferencial puede no proporcionar una solución al problema anteriormente mencionado.

Un problema que puede surgir en los motores alimentados por gas a los que se suministra gas combustible a través de un sistema de admisión de gas combustible que comprenda un dispositivo de admisión de gas combustible dispuesto en relación con una cámara de combustión del motor es que, como resultado de un cambio de carga instantáneo, cuando el motor está funcionando a una carga relativamente alta y luego, de repente, a una carga baja, el motor puede sobreacelerarse y, en consecuencia, el motor puede pararse totalmente debido a la incapacidad de reanudar la inyección de combustible.

La presente divulgación está dirigida, al menos en parte, a mejorar o superar uno o más aspectos de los motores alimentados por gas que utilicen dispositivos de admisión de gas, por ejemplo SOGAV. En particular, la presente divulgación puede estar dirigida a evitar paradas del motor en un motor alimentado por gas como consecuencia de posibles eventos de rechazo de carga.

40 **Sumario de la divulgación**

De acuerdo con un primer aspecto de la presente divulgación, un sistema de admisión de gas combustible para un motor alimentado por gas que tiene al menos una cámara de combustión a la que se suministra aire de admisión con una presión de aire de admisión, comprende una unidad de regulación de presión de gas que incluye una entrada de la unidad de regulación de presión de gas y una salida de la unidad de regulación de presión de gas. La unidad de regulación de presión de gas está configurada para recibir gas a una presión de suministro en la entrada de regulación de presión de gas, y para descargar el gas a una presión de inyección en la salida de la unidad de regulación de presión de gas. La presión de inyección es inferior a la presión de suministro. El sistema de admisión de gas combustible comprende un conducto de suministro de gas. Una entrada de gas al motor está configurada para introducir gas en la al menos una cámara de combustión. Una válvula de admisión de gas tiene una entrada de la válvula y una salida de la válvula. La entrada de la válvula está conectada de manera fluida a la salida de la unidad de regulación de presión de gas a través del conducto de suministro de gas, y la salida de la válvula está conectada de manera fluida a la entrada de gas del motor. La válvula de admisión de gas está configurada para admitir el gas, que tiene la presión de inyección, en un momento predeterminado y durante un tiempo predeterminado, en la entrada de gas del motor. Además, el sistema de admisión de gas combustible comprende adicionalmente un dispositivo de alivio de presión de gas conectado de forma fluida al conducto de gas. La válvula de alivio de presión de gas está configurada para aliviar la sobrepresión del gas en el conducto de gas, si una diferencia de presión entre la presión del gas de inyección y la presión del aire de admisión está por encima de un umbral predeterminado.

Un primer dispositivo de detección está configurado para detectar la presión del gas de inyección, y un segundo dispositivo de detección está configurado para detectar la presión del aire de admisión. Dicho sistema de admisión de gas combustible comprende un módulo de control de motor. El módulo de control de motor está configurado para controlar la válvula de admisión de gas de modo que el gas a quemar en la al menos una cámara de combustión del motor alimentado por gas sea admitido en la misma. El módulo de control de motor está configurado adicionalmente para comunicarse tanto con el primer dispositivo detector como con el segundo dispositivo detector. El módulo de

control de motor está configurado adicionalmente para comprobar si la velocidad decreciente del motor alimentado por gas está o no por encima de un umbral de purga predeterminado, y/o si un aumento de velocidad del motor es o no igual, o superior, a un umbral de aumento de velocidad predeterminado, y/o si un aumento del diferencial de presión entre la presión del gas de admisión y la presión del aire de admisión está o no por encima de un umbral de aumento de diferencial de presión predeterminado. Además, el módulo de control de motor está configurado adicionalmente para controlar el dispositivo de alivio de presión de gas de modo que el dispositivo de alivio de presión de gas alivie la sobrepresión del gas contenido en el conducto de gas solamente si la velocidad decreciente del motor alimentado por gas está por encima del umbral de purga predeterminado, y/o el aumento de la velocidad del motor es igual o superior al umbral de aumento de velocidad predeterminado, y/o el aumento de diferencial de presión entre la presión del gas de admisión y la presión del aire de admisión está por encima del umbral de aumento de diferencial de presión predeterminado, y el diferencial de presión entre la presión del gas de admisión detectada por el primer dispositivo detector y la presión del aire de admisión detectada por el segundo dispositivo detector está por encima del umbral predeterminado.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente divulgación, una unidad de generación de energía comprende al menos un generador eléctrico configurado para convertir la energía mecánica en energía eléctrica, al menos un motor alimentado por gas configurado para accionar directa o indirectamente el al menos un generador eléctrico, y un sistema de admisión de gas combustible para el motor alimentado por gas. El sistema de admisión de gas combustible está configurado tal como se ha mencionado anteriormente.

Un aspecto adicional de la presente divulgación se refiere a un método para evitar paradas de motor de un motor alimentado por gas como consecuencia de eventos de rechazo de carga. El motor alimentado por gas está equipado con al menos una válvula de admisión de gas configurada para admitir el gas, que tiene una presión de inyección, en un momento predeterminado y durante un tiempo predeterminado, en una entrada de gas del motor. El motor comprende adicionalmente una salida de la unidad de regulación de presión de gas, y un conducto de suministro de gas que conecta la salida de la unidad de regulación de presión de gas y la al menos una válvula de admisión de gas. El método comprende las etapas de:

- a) comprobar si la velocidad decreciente del motor alimentado por gas (5) está o no por encima de un umbral de purga predeterminado, y/o
- b) comprobar si un aumento de velocidad del motor es o no igual, o superior, a un umbral de aumento de velocidad predeterminado, y/o
- c) comprobar si un aumento del diferencial de presión entre la presión del gas de admisión y la presión del aire de admisión está o no por encima de un umbral de aumento de diferencial de presión predeterminado, y
- d) reducir la presión del gas en el conducto de suministro de gas (35) solamente, si:

- a1) la velocidad decreciente del motor reductor alimentado por gas (5) está por encima del umbral de purga predeterminado, y/o
- b1) el aumento de la velocidad del motor es igual o superior al aumento de umbral de velocidad predeterminado, y/o
- c1) el aumento de diferencial de presión entre la presión del gas de admisión y la presión del aire de admisión está por encima del umbral de aumento de diferencial de presión predeterminado, y
- d1) el diferencial de presión entre la presión del gas de admisión y la presión del aire de admisión está por encima del umbral predeterminado.

Debe comprenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son únicamente ejemplares y explicativas, y que sólo están restringidas por las reivindicaciones independientes.

Otras características y aspectos de la presente divulgación resultarán evidentes para los expertos en la técnica basándose en la siguiente descripción, los dibujos que la acompañan y las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de una realización ejemplar de un motor alimentado por gas de acuerdo con una realización ejemplar de la presente divulgación, la Fig. 2 muestra un diagrama de bloques esquemático de otra realización ejemplar de un motor alimentado por gas de acuerdo con una segunda realización ejemplar de la presente divulgación, y la Fig. 3 muestra un diagrama de flujo esquemático de un método para evitar paradas de motor en un motor alimentado por gas como consecuencia de eventos de rechazo de carga.

Descripción detallada de los dibujos

Una primera realización ejemplar de la presente divulgación está esquemáticamente representada en la Fig. 1. En este caso, un motor alimentado por gas 5 comprende una o más cámaras de combustión 10 alimentadas con gas, por ejemplo gas natural, y aire de admisión. Las cámaras de combustión 10 están conectadas a una entrada de gas

de motor 6 y una entrada de aire de admisión 7. En una realización ejemplar de dicho motor alimentado por gas 5, la entrada de gas de motor 6 y la entrada de aire de admisión 7 pueden combinarse en una sola unidad. La construcción y el diseño del motor alimentado por gas 5 pueden ser idénticos a los de los motores alimentados por gas 5 conocidos.

5 Tal como se muestra en la Fig. 1, el motor alimentado por gas 5 puede estar conectado a un generador eléctrico 110 a través de, por ejemplo, un eje 111 impulsado por el motor alimentado por gas 5. Un módulo de control de motor 70 puede estar conectado al motor alimentado por gas 5 y configurado para controlar el motor alimentado por gas 5, y puede estar adicionalmente conectado a unidades/dispositivos asociados con el funcionamiento del motor alimentado por gas 5. Por ejemplo, un primer dispositivo de detección 80, configurado para detectar la presión del gas de inyección en, por ejemplo, la entrada de gas de motor 6, puede estar configurado para detectar la presión del gas de inyección tras su paso por un dispositivo de admisión de gas 40, o antes de su paso por el dispositivo de admisión de gas 40. El primer dispositivo de detección 80 puede estar conectado al módulo de control de motor 70. Un segundo dispositivo de detección 90 puede estar dispuesto en un conducto o colector de aire de entrada desde el cual se suministra a la cámara de combustión 10 el aire de entrada a la presión de aire de entrada. El segundo dispositivo de detección 90 puede estar configurado para detectar la presión del aire de admisión que fluye hacia la cámara de combustión 10. Además, el segundo dispositivo de detección puede estar conectado al módulo de control de motor 70. Adicionalmente, el módulo de control de motor puede estar conectado a la válvula de alivio de presión de gas 60 de modo que la válvula de alivio de presión de gas 60 pueda abrirse ante una señal de apertura procedente del módulo de control de motor 70.

A continuación se explica en detalle un sistema de admisión de gas combustible 1 con referencia, por ejemplo, a la Fig. 1. El sistema de admisión de gas combustible 1 mostrado en la Fig. 1 comprende una unidad de regulación de presión de gas 15 que incluye una entrada de unidad de regulación de presión 20 y una salida de unidad de regulación de presión de gas 25. La unidad de regulación de presión de gas 15 está configurada para recibir gas a una presión de suministro, en la entrada de unidad de regulación de presión de gas 20, suministrado por una fuente de gas combustible 30. La presión del gas combustible suministrado por la fuente de gas combustible 30 puede ser superior a la presión de gas combustible adecuada para suministrar el gas combustible en la cámara de combustión 10 del motor alimentado por gas 5. Por lo tanto, la unidad de regulación de presión de gas 15 está configurada para reducir la presión del gas combustible a una presión de inyección apropiada para suministrar o inyectar el gas combustible en la cámara de combustión 10. Por consiguiente, la unidad de regulación de presión de gas 15 puede estar configurada para descargar el gas a una presión de inyección, que puede ser inferior a la presión de suministro, en la salida de unidad de regulación presión de gas 25.

35 Un conducto de suministro de gas 35 puede estar dispuesto para conectar de forma fluida la salida de unidad de regulación presión de gas 25 con una entrada de válvula 45 de la válvula de admisión de gas 40. Como los motores alimentados por gas a menudo comprenden más de una cámara de combustión 10, y puede resultar apropiado que cada cámara de combustión 10 esté asociada con su propia válvula de admisión de gas 40, en este caso el conducto de suministro de gas 35 está configurado para conectar la salida de unidad de regulación presión de gas 25 con todas las entradas de válvula 45 de las válvulas de admisión de gas 40. Cada válvula de admisión de gas 40 no sólo presenta la entrada de válvula 45, sino una salida de válvula 50. La salida de válvula 50 de cada válvula de admisión de gas 40 está conectada de manera fluida a la entrada de gas de motor 6. La válvula de admisión de gas 40 puede estar configurada para admitir el gas a presión de inyección, en un momento predeterminado y durante un tiempo predeterminado, en la entrada de gas de motor de, por ejemplo, cada cámara de combustión 10.

45 Por consiguiente, incluso si no se muestra en la Fig. 1, cada cámara de combustión 10 puede estar provista de su propia válvula de admisión de gas 40 y, por consiguiente, la entrada de válvula 45 de cada válvula de admisión de gas 40 está conectada a través del conducto de suministro de gas 35 con salida de unidad de regulación presión de gas 25.

50 Adicionalmente, se proporciona un dispositivo de alivio de presión de gas 60. El dispositivo de alivio de presión de gas 60 está conectado de forma fluida al conducto de suministro de gas 35 o, en otras palabras, se proporciona por ejemplo un dispositivo de alivio de presión de gas 60 en conexión fluida con la al menos una entrada de válvula 45.

55 La realización ejemplar mostrada de un motor alimentado por gas de acuerdo con la presente divulgación puede estar conectada a un generador eléctrico 110 a través de un eje 111 accionado por el motor 5, siendo impulsado el generador eléctrico para generar energía eléctrica.

60 Contrariamente a la realización ejemplar mostrada en la Fig. 1, no se proporciona un generador eléctrico 100, pero el eje 111 del motor alimentado por gas 5 puede estar configurado para accionar mecánicamente un vehículo, por ejemplo una máquina de construcción, o la hélice de un barco.

65 Una realización ejemplar adicional de un sistema de admisión de gas combustible de acuerdo con la presente divulgación puede comprender un módulo de control de motor 70 configurado para controlar las válvulas de admisión de gas 40, de modo que el gas a quemar en la al menos una cámara de combustión 10 del motor alimentado por gas 1 sea admitido en la misma.

Otra realización ejemplar del presente sistema de admisión de combustible gas puede comprender un primer dispositivo detector 80 configurado para detectar la presión del gas de inyección y un segundo dispositivo detector 90 configurado para detectar la presión del aire de admisión. Un módulo de control de motor 70 puede estar configurado para comunicarse tanto con el primer dispositivo detector 80 como con el segundo dispositivo detector 90. El módulo de control de motor 70 puede estar configurado adicionalmente para controlar el dispositivo de alivio de presión de gas 60, de modo que el dispositivo de alivio de presión de gas 60 alivie la sobrepresión de gas en el conducto de gas 35 si el diferencial de presión entre la presión de inyección de gas detectada por el primer dispositivo detector 80 y la presión de aire de admisión detectada por el segundo dispositivo detector 90 está por encima del umbral predeterminado.

De acuerdo con otra realización ejemplar de un sistema de admisión de gas combustible de acuerdo con la presente divulgación, el dispositivo de alivio de presión de gas 60 puede estar configurado para aliviar automáticamente la sobrepresión del gas en el conducto de suministro de gas 35 si el diferencial de presión está por encima del umbral predeterminado, aplicando la presión del aire de admisión y la presión del gas de inyección en las entradas apropiadas del dispositivo de alivio de presión de gas 60.

Básicamente, la válvula de admisión de gas puede estar configurada como una válvula de admisión de gas accionada por solenoide 40.

De acuerdo con una realización ejemplar del presente sistema de admisión de gas combustible de acuerdo con la presente divulgación, el motor alimentado por gas es, por ejemplo, un motor alimentado por gas natural al que se suministra gas natural.

Otra realización ejemplar de la presente divulgación se refiere a un dispositivo de alivio de presión de gas 60, configurado para estar conectado de forma fluida a un conducto de suministro de gas 35 que conecta una salida de unidad de regulación presión de gas 25 y una válvula de admisión de gas 40 de un motor alimentado por gas 1, que tiene al menos una cámara de combustión 10, y para aliviar la sobrepresión del gas contenido en el conducto de suministro de gas 10 si un diferencial de presión entre una presión de gas de inyección del gas contenido en el conducto de suministro de gas 35 y una presión del aire de admisión está por encima de un umbral predeterminado.

De acuerdo con una realización ejemplar adicional del dispositivo de alivio de presión de gas de acuerdo con la presente divulgación, el dispositivo de alivio de presión de gas puede estar configurado como una válvula de alivio de presión de gas 60 que tenga, por ejemplo, un tamaño tal que pueda alcanzarse dicha caída rápida de presión en el conducto de suministro de gas 35, y como resultado puedan evitarse las paradas del motor alimentado por gas 5 como consecuencia de eventos de rechazo de carga.

En otra realización ejemplar del dispositivo de alivio de presión de gas 60 de acuerdo con la presente divulgación, el dispositivo de alivio de presión de gas 60 puede estar configurado de tal modo que alivie la sobrepresión del gas contenido en el conducto de suministro de gas 10 siempre y cuando el diferencial de presión entre la presión de inyección del gas contenido en el conducto de suministro de gas 35 y la presión del aire de admisión sea superior al umbral que se haya fijado para la construcción de la al menos una válvula de admisión de gas 60.

En la Fig. 2 se muestra una segunda realización ejemplar de un sistema de admisión de gas combustible 1 para un motor alimentado por gas 5. En este caso, el motor alimentado por gas 5 puede comprender dieciséis cilindros y, en consecuencia, dieciséis cámaras de combustión 10. En esta realización ejemplar específica de un motor alimentado por gas 5, cada cámara de combustión 10 está provista de su propia válvula de admisión de gas 40 asociada, que puede estar construida como una SOGAV. Adicionalmente, cada cámara de combustión 10 puede estar provista, además de un colector de cámara principal al que se suministra el gas combustible que fluye por el conducto de suministro de gas 35, de una precámara a la que también se suministra gas combustible a través de un colector de combustible de precámara 160.

Al igual que la primera realización ejemplar mostrada en la Fig. 1, la segunda realización ejemplar del sistema de admisión de gas combustible 1 mostrada en la Fig. 2 está provista de una unidad de regulación de presión de gas 15. En esta realización ejemplar de la presente divulgación, la unidad 15 puede comprender una pluralidad de reguladores de presión 15a, 15b, 15c y una válvula de bloqueo. De manera idéntica a la realización ejemplar mostrada en la Fig. 1, el conducto de suministro de gas 35 conecta la salida de unidad de regulación de presión de gas 25 con el colector de combustible de cámara principal que suministra gas a presión de inyección a cada SOGAV 40 de cada cámara de combustión 10 del motor alimentado por gas 5. Una válvula de ventilación normal 145 está conectada a una línea de ventilación 150 y al conducto de suministro de gas 35. Esta válvula de ventilación 145 puede servir para aliviar la sobrepresión en el conducto de suministro de gas 35 en el caso de que el motor 5 se haya parado. El único propósito de esta válvula de ventilación 145 es evitar la sobrepresión en el conducto de suministro de gas 35 después de que el motor 5 se haya parado y, en consecuencia, los daños debidos a cualquier sobrepresión en la línea de suministro de gas 35 y en el colector de combustible principal de cámara conectado a esta. Por consiguiente, la válvula de ventilación 145 puede estar construida para aliviar la sobrepresión durante un tiempo más largo, por ejemplo, varios minutos.

Tal como se muestra en la Fig. 2, el motor 5 también está provisto de una ruta de suministro de gas combustible de precámara. Esta ruta de suministro de gas combustible de precámara puede comprender un conducto de suministro de gas combustible 115 conectado a la fuente de gas 30 (no mostrada en la Fig. 2). Este conducto de suministro de gas combustible 115 termina en la línea de colector de gas combustible de precámara 160, que suministra gas combustible al colector de combustible de las precámaras de las cámaras de combustión 10 del motor 5. Pueden proporcionarse diversos reguladores de presión 125, 135 para regular la presión de gas combustible de precámara en el colector 160. Adicionalmente, puede proporcionarse una válvula de aislamiento 120 aguas arriba de la válvula 125.

Al igual que el conducto de suministro de gas combustible 35, la línea de colector de suministro de gas combustible de precámara 160 está conectada a la línea de ventilación 150 a través de una válvula de ventilación 140 construida como la válvula de ventilación 145. La válvula de ventilación 140 sirve como la válvula de ventilación 145 para aliviar la sobrepresión, en este caso la posible sobrepresión en la línea de suministro de gas combustible de precámara 160 en el caso de que el motor 5 se haya detenido. Por consiguiente, esta válvula de ventilación 140 está construida para aliviar la sobrepresión en la línea 160 durante un tiempo más largo, es decir, varios minutos.

Ni la válvula de ventilación 140 ni la válvula de ventilación 145 pueden evitar las paradas del motor alimentado por gas 5 como consecuencia de eventos de rechazo de carga. Sólo la válvula de alivio de presión de gas 60 puede ser utilizada para evitar las paradas del motor como consecuencia de eventos de rechazo de carga. La razón es que la válvula de alivio de presión de gas 60 está construida para aliviar el gas del conducto 35 tan rápidamente que en el caso de un evento de rechazo de carga el motor se detiene, el diferencial de presión mínimo necesario entre la presión del gas de admisión (en el colector de combustible principal de cámara y/o el conducto de suministro de gas combustible 35) y la presión del aire de admisión del motor 5 está por encima del umbral predeterminado. En consecuencia, la válvula de alivio de presión 60 es capaz de aliviar gas rápidamente en una cantidad suficiente.

Aplicabilidad Industrial

La realización ejemplar de la presente divulgación, tal como se muestra en la Fig. 1, puede operar como sigue. La fuente de gas combustible 30 suministra gas a alta presión. A través de la unidad de regulación de presión de gas 15, la alta presión del gas combustible puede reducirse a un nivel adecuado, por ejemplo, una presión de inyección apropiada. Debe observarse que la unidad de regulación de presión de gas 15 puede comprender varios dispositivos de regulación de presión de gas o reguladores de presión. Todos estos reguladores de presión de gas pueden configurarse de modo que pueda obtenerse una presión de gas combustible adecuada en la salida de unidad de regulación de presión de gas 25. En consecuencia, el gas combustible a la presión de gas reducida, por ejemplo la presión de inyección, fluye por dentro del conducto de suministro de gas 35 hasta la una o más válvulas de admisión de gas 40. En particular, estas válvulas de admisión de gas 40 pueden estar configuradas como SOGAV, tal como se ha indicado en la parte introductoria de la presente divulgación. Las válvulas de admisión de gas 40 están controladas, por ejemplo, por el módulo de control de motor 70 para que admitan gas a la presión de inyección para su suministro a la cámara de combustión asociada 10 en un momento predeterminado y con una duración predeterminada. El momento y la duración pueden ajustarse para asegurar un funcionamiento apropiado del motor alimentado por gas 5. El aire de admisión puede ser suministrado por una unidad o dispositivo bien conocido en la técnica (no mostrado).

Estas válvulas de admisión, y en particular las SOGAV, requieren que el diferencial de presión entre el gas a mayor presión y el aire de admisión para el motor sea inferior a un umbral predeterminado, por ejemplo 150 kPa.

Como resultado de un cambio de carga instantáneo, cuando el motor funciona a una carga relativamente alta y de repente a una carga baja, el motor puede experimentar un exceso de velocidad. Como resultado, el regulador de velocidad reducirá la duración de accionamiento de las válvulas de admisión (por ejemplo, SOGAV), lo que causa que la presión regulada del gas se dispare. Al mismo tiempo, la presión de aire en la línea de admisión caerá debido al menor volumen de escape para accionar, por ejemplo, un turbo (debido a una menor inyección de combustible a pesar del exceso de velocidad). Podría ocurrir que el diferencial de presión entre el gas a alta presión y el aire de admisión esté por encima de dicho umbral y que las válvulas de admisión no puedan reanudar el comportamiento normal de inyección de combustible una vez que el motor ya no esté en una condición de exceso de velocidad. En consecuencia, el motor puede pararse totalmente debido a la imposibilidad de reanudar la inyección de combustible. En el presente campo técnico de los motores alimentados por gas y, por ejemplo, de los motores alimentados por gas natural, la presión del tanque o la presión de la línea de suministro de combustible puede ser mayor que la presión observada en las SOGAV, habiendo pasado ya el combustible a través de la unidad de regulación de presión de gas, por ejemplo, un regulador de presión. Por consiguiente, la causa de una parada del motor como consecuencia de un evento de rechazo de carga será determinada como exceso de velocidad del motor y/o una sobrepresión de gas. Razones identificadas para un evento de exceso de velocidad del motor pueden ser una respuesta lenta del regulador de velocidad y/o la energía inercial de una rueda volante del motor 5.

Tal como ya se ha mencionado anteriormente, las SOGAV 40 sólo pueden actuar con una diferencia real de presión en la cámara principal (presión de gas - presión de aire) <150 kPa. La presión de gas de la cámara principal puede controlarse normalmente para que esté 100 kPa por encima de la presión del aire. Debido a los cambios repentinos de velocidad, un regulador de velocidad reduce rápidamente la duración de las SOGAV. Debido a la respuesta inercial de la regulación de presión de gas, la presión del gas se dispara. Al mismo tiempo la presión del aire cae rápidamente, debido al aumento de turbo y a la entrada reducida de energía. En consecuencia, la presión diferencial en las SOGAV se eleva rápidamente por encima del límite de 150 kPa. Cuando la velocidad del motor se recupera y vuelve a la velocidad deseada, y por debajo de la misma, el módulo de control electrónico 70 aumenta la duración de las SOGAV, pero las SOGAV no pueden abrirse efectivamente. En consecuencia, la velocidad sigue cayendo y el motor 5 se para. En esta recuperación, la potencia de salida calculada por el módulo de control electrónico es alta, pero en realidad no tiene lugar combustión alguna y los sensores de detonación no captan ninguna señal de combustión. Consecuentemente, el motor se para debido a un "Fallo de Sensor de Detonación".

Una unidad de regulación de presión de gas 15 normal puede estar equipada con una válvula de alivio de presión de combustible (no mostrada), que se abre en cualquier evento de apagado para aliviar la presión de combustible a la atmósfera y por lo tanto evitar que el combustible no quemado permanezca en el interior del motor 5. Como la válvula de alivio de presión de combustible utilizada puede ser muy pequeña, la velocidad de caída de presión es baja.

De acuerdo con la presente divulgación, la válvula de alivio de presión de gas 60, que permitirá aliviar rápidamente la presión, puede dimensionarse mediante cálculo. Esta válvula de alivio de presión 60 puede colocarse entre la salida de unidad de regulación de presión de gas 25 y la entrada de gas de motor 6. La salida de válvula de alivio de presión de gas 25 puede estar canalizada para ventilar, por ejemplo, a la atmósfera (al exterior del edificio). Puede ser necesario accionar la válvula de alivio de presión de gas 60 en el momento adecuado y durante el tiempo necesario por medio del módulo de control electrónico 70 (salida de relé). La válvula de alivio de presión de gas 70 puede ser una válvula normalmente cerrada (cerrada sin corriente). Una válvula de alivio de presión de gas elegida puede ser una válvula electroneumática DN65. La válvula de alivio de presión de gas 70 puede ser del mismo tipo que una GSOV para la línea principal de cámara de la unidad de control de presión de gas 15 (DN100).

Resumiendo, la presente divulgación puede centrarse en incorporar un dispositivo de alivio de presión, por ejemplo una válvula de alivio de presión 60, que simplemente descargue parte de la presión de gas aguas arriba de las SOGAV 40 ya sea en la corriente de escape o directamente al exterior del motor, por ejemplo, fuera del edificio.

Una realización ejemplar de un método para evitar paradas de motor en un motor alimentado por gas 1 como consecuencia de eventos de reducción de carga puede comprender la etapa de reducir la presión del gas aguas arriba de las válvulas de admisión de gas 40, si un diferencial de presión entre la presión del gas de admisión y el aire de admisión está por encima de un umbral predeterminado, por ejemplo 150 kPa. El umbral predeterminado puede ajustarse según el tipo de válvula de admisión de gas 40. En particular, en una realización ejemplar de un sistema de admisión de gas combustible 1 de acuerdo con la presente divulgación, el dispositivo de alivio de presión de gas puede comprender una válvula de alivio de presión de gas 60. La válvula de alivio de presión de gas puede estar configurada como una válvula electroneumática 60.

La Fig. 3 muestra un diagrama de flujo esquemático de una realización ejemplar de un método implementado para evitar paradas de motor en un motor a gas 5 como consecuencia de eventos de rechazo de carga. En este caso, en una primera etapa del método, aparece una consulta 500. En la consulta 500 se comprueba si la válvula de alivio de presión de gas 60 está o no abierta. A este respecto, debe observarse que la válvula de alivio de presión de gas puede estar solicitada por un medio de solicitud, por ejemplo un resorte, de modo que el gas no pueda escapar del conducto de suministro de gas 35, es decir, sólo en caso de que se abra activamente la válvula 60, por ejemplo, suministrando una corriente a un solenoide asociado de acuerdo a una correspondiente señal de control procedente, por ejemplo, del módulo de control de motor 70, para abrir la válvula 60 de alivio de presión de gas. Si no se suministra corriente al solenoide asociado, la válvula de alivio de presión de gas 60 quedará cerrada. Por lo tanto, sólo en caso de que el método de acuerdo con la Fig. 3 ya se haya llevado a cabo, podrá abrirse la válvula de alivio de presión de gas 60.

Si la respuesta a la consulta 500 es NO, puede seguir una consulta 505. En la misma, se comprueba si la presión diferencial de cámara principal (MCdeltaP), es decir, la diferencia de la presión del gas en el colector de cámara principal y/o en el conducto de suministro de gas 35 menos la presión del aire de admisión, es superior a un umbral predeterminado. Dicho umbral predeterminado puede ser idéntico al umbral predeterminado mencionado anteriormente (especificado por el tipo de SOGAV o SOGAVs utilizadas), o puede ser el umbral predeterminado mencionado anteriormente menos un margen de seguridad, por ejemplo un 7 % aproximadamente, es decir, siempre que las SOGAV precisen para su correcto funcionamiento una diferencia de presión mínima de 150 kPa, el umbral puede ser 150 kPa menos un 7 % aproximadamente = 140 kPa.

Si la respuesta a la consulta 505 es NO, puede seguir una etapa 550. En esta etapa 550, se pone a cero la corriente del solenoide de la válvula de alivio de presión de gas 60, de modo que la válvula de alivio de presión de gas 60 quede ciertamente cerrada. A continuación puede seguir una consulta 530, en la que se comprueba si la válvula de

ES 2 536 106 T3

alivio de presión de gas 60 está o no abierta. Si la respuesta es NO, un temporizador de apertura de la válvula de alivio de presión de combustible puede restablecerse a cero. Si la respuesta es SÍ, el programa puede finalizar.

5 En caso de que la respuesta a la consulta 505 sea SI, puede seguir una consulta 510, en la que se comprobará si la velocidad del motor 5 es o no superior a un umbral de purga. En caso de que la respuesta sea NO, puede seguir la etapa 550. Si la respuesta es SÍ, puede seguir una consulta 515. En la consulta 515 puede consultarse si un aumento de la velocidad del motor es o no igual, o superior, a un umbral de aumento de velocidad. En caso de que la respuesta sea NO, puede seguir la etapa 550.

10 Si la respuesta es NO, puede seguir una consulta 520. En la consulta 520 puede consultarse si un aumento de la presión diferencial de la cámara principal (aumento de $MC_{\Delta P}$, es decir, la derivación de la variación temporal de $MC_{\Delta P}$) es igual o superior a un umbral de aumento de diferencial de presión. Si la respuesta es SÍ, puede seguir una etapa 530 en la que se abrirá la válvula de alivio de presión de gas 60. Si la respuesta es NO, puede seguir la etapa 550 de nuevo.

15 En caso de que la respuesta a la consulta 500 sea SÍ, entonces puede seguir una etapa 535. En esta etapa, puede disminuirse un temporizador de apertura de válvula de alivio de presión de combustible. Por medio del temporizador de apertura de válvula de alivio de presión de combustible se puede asegurar que la válvula de alivio de presión de gas 60 sólo esté abierta durante un límite de tiempo predeterminado. Subsiguientemente, puede seguir una consulta 20 540 en la que se compruebe si $MC_{\Delta P}$ es o no igual o inferior a un umbral de desactivación predeterminado. Este umbral de desactivación predeterminado puede ajustarse de modo que su valor sea inferior al umbral predeterminado de la consulta 505. El valor del umbral de desactivación puede ser 120 kPa. En la consulta 540 se comprobará, adicionalmente, si el temporizador de apertura de válvula de alivio de presión de combustible es cero. Si la respuesta a la consulta 540 es SI, es decir, $MC_{\Delta P}$ es igual o inferior al umbral de desactivación y/o el 25 temporizador es cero, puede seguir la etapa 550. Si la respuesta a la pregunta 540 es NO, puede seguir la etapa 525. En la etapa 525, se abrirá la válvula de alivio de presión de gas 60. Posteriormente, puede seguir la consulta 530. Para las etapas y consultas adicionales, se hará referencia a las explicaciones anteriores.

30 Tal como se explica por medio del diagrama de flujo mostrado en la Fig. 3 esta realización ejemplar de un método para evitar paradas de motor en un motor alimentado por gas 5, como consecuencia de eventos de rechazo de carga, no sólo puede comprender la consulta 505, sino las consultas adicionales 510, 515, 520, por ejemplo si una velocidad del motor está o no por encima de un umbral predeterminado, si un aumento de velocidad del motor es o no igual o superior a un umbral de aumento de velocidad, y si el aumento de diferencial de presión de la cámara principal es o no igual o superior a un umbral de aumento de diferencial de presión.

35 Finalmente, debe observarse que el método mostrado en la Fig. 3 puede llevarse a cabo a un ritmo de, por ejemplo, 10 a 50 ms, en particular, por ejemplo, cada 30 ms, es decir, el método empezará de nuevo con la consulta 500 cada 30 ms.

40 La siguiente lista de parámetros es sólo ejemplar y no debe utilizarse para limitar la presente divulgación:

Parámetro de configuración	defecto	intervalo
Velocidad/Umbral Purga para FPRV	Velocidad nominal +50 Rpm *	0-200 rpm
Umbral de aumento de velocidad " ΔN " para FPRV	0 rpm/seg	0-500 rpm/seg
Umbral de aumento de diferencial de cámara principal " $\Delta(MC \Delta P)$ "	20 kPa/seg	0-500 kPa/seg
Umbral de diferencial de cámara principal para FPRV "Umbral de activación de FPRV por ΔP "	140 kPa	0-500 kPa
Umbral de diferencial de cámara principal para cierre de FPRV "Umbral de desactivación de FPRV por ΔP "	120 kPa	0-500 kPa
Tiempo de retardo de FPRV	10 seg	0-60 seg

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de admisión de gas combustible (1) para un motor alimentado por gas (5) que tenga al menos una cámara de combustión (10) a la que se suministra aire de admisión a una presión de aire de admisión, que comprende:
- una unidad de regulación de presión de gas (15) que incluye una entrada de unidad de regulación de presión de gas (20) y una salida de unidad de regulación de presión de gas (25), estando configurada la unidad de regulación de presión de gas (15) para recibir gas a una presión de suministro en la entrada de regulación de presión de gas (20) y para descargar el gas a una presión de inyección en la salida de unidad de regulación de presión de gas (25);
 un conducto de suministro de gas (35);
 una entrada de gas de motor (6) configurada para dirigir el gas hacia la al menos una cámara de combustión (10);
 una válvula de admisión de gas (40) que tiene una entrada de válvula (45) y una salida de válvula (50), estando conectada la entrada de válvula (45) de manera fluida a la salida de unidad de regulación de presión de gas (25) a través del conducto de suministro de gas (35), y estando conectada la salida de válvula (50) de manera fluida a la entrada de gas de motor (6), estando configurada la válvula de admisión de gas (40) para admitir el gas a presión de inyección en un momento predeterminado durante un tiempo predeterminado en la entrada de gas de motor (6);
 un dispositivo de alivio de presión de gas (60) conectado de forma fluida al conducto de gas (35), estando configurado el dispositivo de alivio de presión de gas (60) para aliviar la sobrepresión del gas en el conducto de suministro de gas (35), si un diferencial de presión entre la presión del gas de inyección y la presión del aire de admisión está por encima de un umbral predeterminado;
 un módulo de control de motor (70) configurado para controlar la válvula de admisión de gas (40), de modo que el gas a quemar en la al menos una cámara de combustión (10) del motor alimentado por gas (5) sea admitido en la misma;
 un primer dispositivo de detección (80) configurado para detectar la presión del gas de inyección; y
 un segundo dispositivo de detección (90) configurado para detectar la presión del aire de admisión;
 en donde el módulo de control de motor (70) está configurado adicionalmente para comunicarse tanto con el primer dispositivo de detección (80) como con el segundo dispositivo de detección (90);
 en donde el módulo de control de motor (70) está configurado adicionalmente para comprobar si la velocidad decreciente del motor alimentado por gas (5) está o no por encima de un umbral predeterminado de purga, y/o si un aumento de velocidad del motor es o no igual o superior a un aumento del umbral de velocidad predeterminado, y/o si un aumento del diferencial de presión entre la presión del gas de admisión y la presión del aire de admisión está o no por encima de un umbral predeterminado de aumento de diferencial de presión;
 en donde el módulo de control de motor (70) está configurado adicionalmente para controlar el dispositivo de alivio de presión de gas (60) de modo que el dispositivo de alivio de presión de gas (60) alivie la sobrepresión del gas en el conducto de gas (35) solamente, si:
- a1) la velocidad decreciente del motor alimentado por gas (5) está por encima del umbral de purga predeterminado, y/o
 - b1) el aumento de la velocidad del motor es igual o superior al umbral de aumento de velocidad predeterminado, y/o
 - c1) el aumento del diferencial de presión entre la presión del gas de admisión y la presión del aire de admisión está por encima del umbral de aumento de diferencial de presión predeterminado, y
 - d1) el diferencial de presión entre la presión del gas de admisión detectada por el primer dispositivo de detección (80) y la presión del aire de admisión detectada por el segundo dispositivo de detección (90) está por encima del umbral predeterminado.
2. El sistema de admisión de gas combustible (1) de la reivindicación 1, en el cual el dispositivo de alivio de presión de gas comprende una válvula de alivio de presión de gas (60).
3. El sistema de admisión de gas combustible (1) de la reivindicación 2, en el cual la válvula de alivio de presión de gas está configurada como una válvula electroneumática (60).
4. El sistema de admisión de gas combustible (1) de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el cual la válvula de admisión de gas está configurada como una válvula de admisión de gas accionada por solenoide (40).
5. El sistema de admisión de gas combustible (1) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el motor alimentado por gas es un motor alimentado por gas natural (1).
6. Una unidad de generación de energía (100), que comprende:
- al menos un generador eléctrico (110) configurado para convertir la energía mecánica en energía eléctrica; y
 - al menos un motor alimentado por gas (5) configurado para accionar directa o indirectamente el al menos un

generador eléctrico (110); y

un sistema de admisión de gas combustible (1) para el motor alimentado por gas (1) de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5.

- 5 7. Un método para evitar paradas de motor en un motor alimentado por gas (5) como consecuencia de eventos de rechazo de carga, comprendiendo el motor alimentado por gas (5) al menos una válvula de admisión de gas (40), configurada para admitir el gas a una presión de inyección en un momento predeterminado y durante un tiempo predeterminado en una entrada de gas de motor (6), una salida de unidad de regulación de presión de gas (25) y un conducto de suministro de gas (35) que conecta la salida de unidad de regulación de presión de gas (25) y la al
- 10 menos una válvula de admisión de gas (40), comprendiendo el método las etapas de:
- a) comprobar si la velocidad decreciente del motor alimentado por gas (5) está o no por encima de un umbral de purga predeterminado, y/o
- 15 b) comprobar si un aumento de velocidad del motor es o no igual, o superior, a un umbral de aumento de velocidad predeterminado, y/o
- c) comprobar si un aumento del diferencial de presión entre la presión del gas de admisión y la presión del aire de admisión está o no por encima de un umbral de aumento de diferencial de presión predeterminado, y
- 20 d) reducir la presión del gas en el conducto de suministro de gas (35) solamente, si:
- a1) la velocidad del motor reductor alimentado por gas (5) está por encima del umbral de purga predeterminado, y/o
- b1) el aumento de la velocidad del motor es igual o superior al umbral de aumento de velocidad predeterminado, y/o
- 25 c1) el aumento del diferencial de presión entre la presión del gas de admisión y la presión del aire de admisión está por encima del umbral de aumento de diferencial de presión predeterminado, y
- d1) el diferencial de presión entre la presión del gas de admisión y la presión del aire de admisión está por encima del umbral predeterminado.
- 30 8. El método de la reivindicación 7, en el cual la etapa de reducir la presión de gas comprende descargar gas fuera del conducto de suministro de gas (35) de modo que la presión del gas en el conducto de suministro de gas (35) alcance un nivel por debajo del umbral predeterminado.

FIG 1

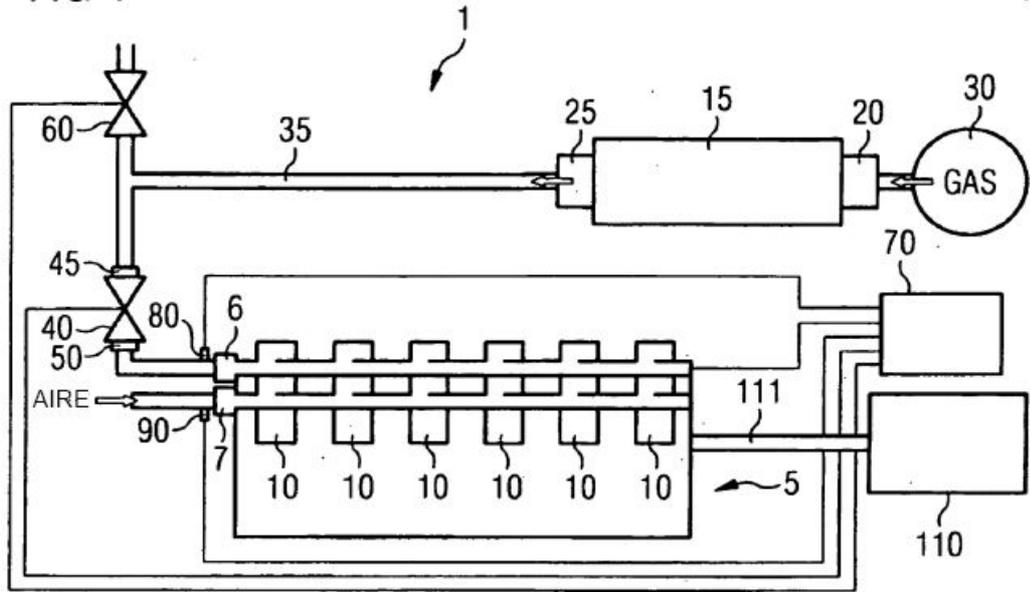


FIG 2

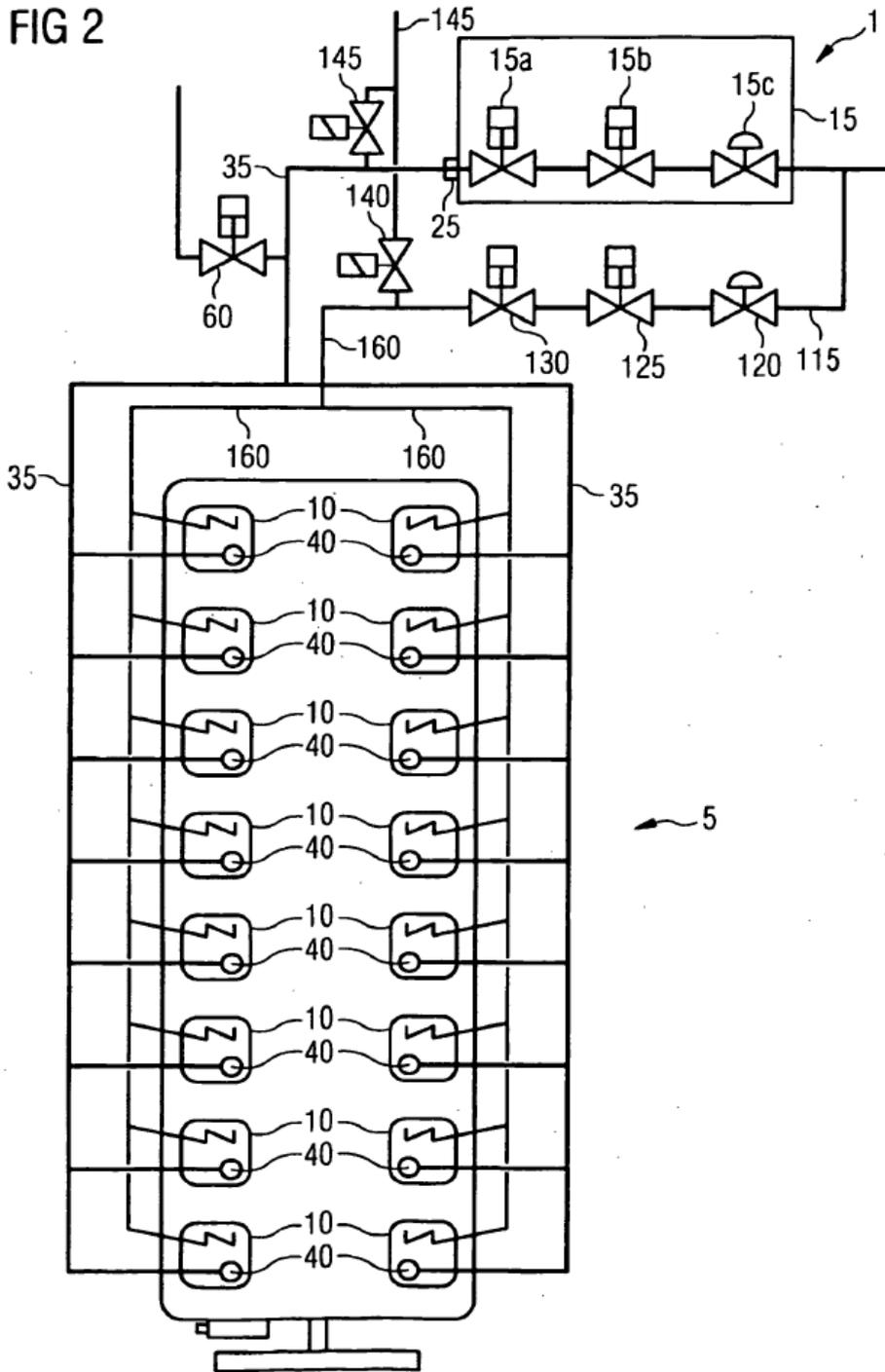


FIG 3

