(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 496 143**

(51) Int. Cl.:

F23K 5/14 (2006.01)

F02C 7/30 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2006** **E 06807010 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.07.2014** **EP 1934528**

(54) Título: **Método y dispositivo para la monitorización de la deposición de partículas sólidas que se forman particularmente en un conducto de combustible, así como en las válvulas de combustible de una turbina de gas**

(30) Prioridad:

06.10.2005 EP 05021821

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.09.2014

(73) Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

(72) Inventor/es:

DIEBELS, ANDREAS y
PRADE, BERND

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 496 143 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

Método y dispositivo para la monitorización de la deposición de partículas sólidas que se forman particularmente en un conducto de combustible, así como en las válvulas de combustible de una turbina de gas.

La presente invención hace referencia a un método para la monitorización de la deposición de partículas sólidas que se forman en un conducto que alimenta combustible que incorpora una válvula. La presente invención hace referencia además a un dispositivo para la monitorización de la deposición mencionada. El método, así como el dispositivo se pueden utilizar en instalaciones de turbinas de gas y en otras instalaciones de combustión, por ejemplo, combustión de caldera. Un método conforme a la clase y un dispositivo conforme a la clase, se conocen a partir de la patente US 20 040 031 268.

Una instalación de turbina de gas comprende, al menos, un compresor, una cámara de combustión, así como una turbina. En el compresor se realiza una compresión del aire de admisión, al cual se añade a continuación un combustible. En la cámara de combustión se realiza una combustión de la mezcla. A continuación, los gases que se liberan de la combustión se suministran para generar la energía de la turbina.

Actualmente, las instalaciones de turbinas de gas se encuentran equipadas con cámaras de combustión de múltiples etapas, en las que existe una pluralidad de etapas de quemador a accionar, paralelas entre sí. Las etapas de quemador mencionadas se pueden accionar individual o conjuntamente, según el grado de utilización de la instalación de turbina de gas. Convencionalmente, las etapas de quemador paralelas comprenden además de, al menos, una etapa de quemador principal, al menos, una etapa de quemador piloto, en donde la fracción mayor de combustible, se suministra a la etapa de quemador principal.

Las fluctuaciones de la cantidad de combustible suministrada en la etapa de quemador principal y en la etapa de quemador piloto, generan fluctuaciones en el rendimiento y emisiones incrementadas de NOx, debido a estados de combustión inestables. El mantenimiento del rendimiento o bien, de las emisiones reducidas de NOx, se realiza en general mediante el ajuste de la cantidad de combustible suministrada a la etapa de quemador principal y a la etapa de quemador piloto, y para dicho fin las etapas mencionadas se encuentran provistas de una válvula de medida ajustable. Generalmente el combustible se presenta en forma gaseosa. Además de las partículas sólidas que contiene previamente el combustible, se pueden formar partículas sólidas, por ejemplo, por sublimación del combustible, particularmente de azufre que contiene el combustible. Las partículas sólidas mencionadas se depositan en el interior del conducto.

Sin embargo, la deposición de partículas sólidas en los conductos de combustible, generan desplazamientos de la característica de la válvula y, de esta manera, en el suministro del combustible, es decir, en la distribución relativa del combustible en las etapas del quemador. Además, existe el riesgo de que se suministre una cantidad menor de combustible a las etapas o quemadores individuales, que la necesaria para la combustión. El riesgo mencionado conduce a emisiones e inestabilidades de la combustión incrementadas. Para determinar la medida de la deposición, y para tomar acciones para realizar la limpieza en el caso de una deposición considerable, hasta el momento se debe desconectar la instalación de turbina de gas, hecho que resulta una gran desventaja.

Por consiguiente, el objeto de la presente invención consiste en revelar un método para un fácil mantenimiento, para la monitorización de las partículas sólidas y de la deposición asociada a dichas partículas, sin embargo, en lo posible sin la necesidad de contar con tiempos de detención de la instalación. Otro objeto consiste en revelar un dispositivo que permita particularmente la monitorización mencionada. El método así como el dispositivo, se pueden utilizar en una turbina de gas.

El objeto mencionado en relación con el método, se resuelve conforme a la presente invención, mediante un método para la monitorización de la deposición de partículas sólidas que se forman en un conducto que alimenta combustible, que incorpora una válvula, en donde se determina una medida para la deposición de partículas sólidas en el conducto que alimenta combustible, en tanto que se determinan el grado de apertura del paso de válvula y la cantidad de combustible que fluye a través de la válvula, y se comparan con una referencia previamente determinada, que caracteriza el conducto libre de deposición.

La presente invención parte de la experiencia de que siempre se debe adaptar la cantidad de combustible que fluye a través de la válvula, en el conducto. Sin embargo, la deposición genera una sección de flujo efectivo menor en el conducto. A la característica mencionada se asocia un flujo reducido e interrumpido de combustible a través del conducto. Sin embargo, la cantidad de combustible se debe mantener constante en lo posible, para un estado de funcionamiento determinado. Para lograr el mantenimiento mencionado, la válvula se abre aún más que en la apertura necesaria en el caso de un conducto libre de deposición. Mediante el grado de apertura adicional, en comparación con el conducto libre de deposición, se permite el paso de una cantidad mayor de combustible a través de la válvula, para mantener constante la cantidad de combustible en el conducto. En el caso de un conducto libre de deposición, el grado de apertura adicional significaría un incremento en la cantidad de combustible que fluye.

La presente invención parte del principio que consiste en que la medida de la deposición se determina mediante el grado de apertura adicional necesario de la válvula, es decir, el grado de apertura de la válvula del conducto afectado por la deposición, en comparación con el grado de apertura del conducto libre de deposición.

La medida de la deposición se determina mediante el grado de apertura de la válvula. Para obtener dicha medida, se determinan previamente diferentes referencias que caracterizan un conducto limpio sin deposición. Las referencias mencionadas se determinan respectivamente en relación con las condiciones límite, por ejemplo, el tipo de combustible. En este punto, se mide la cantidad de combustible necesaria que fluye a través de la válvula, ante la presencia de deposición. La cantidad de combustible mencionada se utiliza en la referencia. A partir de la referencia mencionada, se puede determinar el grado de apertura teórico de la válvula, ante la cantidad mencionada de combustible que fluye, en el caso de un conducto teóricamente libre de deposición. En este punto, el grado de apertura calculado se compara con el grado de apertura real existente de la válvula. La variación del grado de apertura en el caso de un conducto libre de deposición y uno afectado por deposición, está correlacionado con la variación del flujo de combustible en el caso de un conducto libre de deposición y uno afectado por deposición. Por lo tanto, en el caso que la variación del grado de apertura sea demasiado elevada, se permite el paso de una cantidad mucho mayor de combustible a través de la válvula supuestamente libre de deposición, en comparación con la necesaria originalmente, para mantener constante la cantidad de combustible en el conducto. Como consecuencia, en el conducto se ha depositado una gran cantidad de partículas sólidas. De manera correspondiente, esto se aplica de manera inversa.

La determinación de la medida de la deposición se realiza sin una inspección visual en, por ejemplo, una instalación de turbina de gas, es decir, sin la necesidad de una desconexión ni periodos de tiempo de detención. El método mencionado permite una monitorización in situ de la deposición, de manera que se puedan iniciar acciones proactivas a tiempo, ante un conducto afectado, sin embargo, con la disponibilidad simultánea de la instalación.

En un acondicionamiento preferido, el grado de apertura del paso de válvula, está determinado por la carrera de la válvula. El grado de apertura mencionado presenta la ventaja de que resulta simple de determinar. En el caso más simple, la carrera de la válvula es representada mediante un dispositivo de empuje en la válvula, que cierra parcialmente el paso de válvula según la posición. Mediante la entrada o la salida en el orificio de empuje, se determina la apertura del paso de válvula.

Preferentemente se determinan y se almacenan los datos de funcionamiento para un conducto sin deposición. En este caso, varían diferentes parámetros de la instalación. Los datos mencionados se utilizan a continuación para la determinación de la dimensión del deposición. Los datos de funcionamiento mencionados representan una base inicial mejor que, por ejemplo, los datos de funcionamiento indicados de fábrica, dado que de esta manera se pueden considerar también las particularidades de la instalación.

Preferentemente se calculan como referencia, curvas características teóricas a partir de los datos de funcionamiento, como una función de referencia para la cantidad de combustible. Las curvas características teóricas mencionadas, ante las mismas condiciones límite, como por ejemplo, la temperatura del aire del compresor, resultan apropiadas para nivelar el grado de apertura medido de la válvula. De esta manera se obtiene la cantidad de combustible que fluye teóricamente (sin deposición en el conducto), para el grado de apertura mencionado. Dicha cantidad de combustible se puede consultar como medida para la determinación de la deposición.

En un acondicionamiento preferido, se normaliza la función de referencia. Una normalización de dicha función resulta ventajosa, dado que durante el funcionamiento de la turbina de gas, el rendimiento y, de esta manera, la cantidad de combustible necesaria, depende no sólo del valor teórico ajustado del rendimiento, sino también de la temperatura del aire del compresor. De esta manera se permite una monitorización a largo plazo.

La monitorización de la deposición se realiza preferentemente de manera continua. Mediante la monitorización continua, se permite una intervención a tiempo ante la presencia de una deposición considerable, o ante la presencia de acumulaciones de deposiciones que resultan desfavorables para el comportamiento del flujo de combustible.

Preferentemente, se calcula el flujo a través de la válvula, teóricamente adaptado a la curva característica teórica, a partir de la cantidad de combustible que fluye a través de la válvula, mediante la curva característica teórica. Para el cálculo mencionado, se mide, por ejemplo, el grado de apertura de la válvula, y se nivela con la curva característica teórica. A partir del cálculo mencionado, se obtiene la cantidad de combustible para el caso de un conducto limpio. Como paso siguiente, el flujo de combustible a través de la válvula, teóricamente calculado, se compara con el flujo real.

En un acondicionamiento preferido, el combustible se suministra a través de un conducto de combustible. El conducto de combustible mencionado puede estar diseñado de manera que se puedan alimentar además otros conductos alimentadores de combustible.

En otro acondicionamiento preferido, con el combustible se acciona, al menos, una etapa de quemador en una cámara de combustión. En este caso se quema una mezcla de aire y combustible, que genera gas caliente. La cantidad de combustible se ajusta mediante la apertura de la válvula.

Preferentemente, con el combustible se accionan, al menos, dos etapas de quemador paralelas en una cámara de combustión, en donde, al menos, una de las etapas de quemador se acciona como una etapa de combustible piloto y, al menos, una de las etapas de quemador se acciona como una etapa de combustible principal. En particular, en las instalaciones de turbina de gas, las etapas de quemador mencionadas se pueden simplificar en relación con el método. En las cámaras de combustión con, al menos, dos etapas de quemador, se mide esencialmente la cantidad total de combustible. La cantidad total de combustible se divide. La fracción mayor de combustible se suministra a la etapa de quemador principal, a través de un conducto que alimenta combustible con válvula. En particular, en las turbinas de gas con una carga plena, la fracción de combustible para la etapa de quemador principal corresponde aproximadamente al 90- 95 % de la cantidad total de combustible. El 5 -10 % restante se suministra a la etapa de quemador piloto. De esta manera, en la primera aproximación se logra el ajuste de la cantidad total de combustible a través de la válvula del conducto que alimenta combustible, para la etapa de quemador principal.

El método admite particularmente una corrección rápida y simple del suministro del combustible. La característica mencionada resulta importante para una combustión estable.

Dicho método se utiliza preferentemente en una turbina de gas. El método, que presenta un fácil mantenimiento, permite la monitorización de las partículas sólidas y de la deposición asociada a dichas partículas, sin embargo, en lo posible sin periodos de tiempo de detención.

El objeto en relación con el dispositivo, se resuelve conforme a la presente invención, mediante un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 13. Las ventajas del método se obtienen también para el dispositivo.

Preferentemente, el sistema de evaluación comprende una unidad de cálculo para determinar los datos teóricos de funcionamiento en un conducto libre de deposición.

En un acondicionamiento preferido, el sistema de evaluación comprende una unidad de cálculo para calcular el flujo de la cantidad de combustible a través de la válvula, adaptado a los datos teóricos de funcionamiento, para la cantidad de combustible que fluye teóricamente a través de la válvula.

En un acondicionamiento preferido, el sistema de evaluación comprende una unidad de cálculo para determinar la diferencia entre el caudal teórico de combustible y el caudal real.

Preferentemente, además del conducto que alimenta combustible, se proporciona, al menos, un conducto que alimenta combustible adicional, que incorpora una válvula.

En un acondicionamiento preferido, el conducto que alimenta combustible, está diseñado con un conducto de combustible para el suministro del combustible.

A continuación, se explica en detalle la presente invención a modo de ejemplo mediante los dibujos.

En una representación simplificada y no a escala, se muestra:

FIG. 1 el dispositivo y el método para la monitorización de la formación de deposición de partículas sólidas,

FIG. 2 a modo de ejemplo, una curva característica teórica y una real.

Las mismas piezas están provistas de los mismos símbolos de referencia en todas las figuras.

La figura 1 comprende una representación esquemática de una instalación de turbina de gas. La representación muestra un compresor 1, una cámara de combustión 3 y una turbina 5 que se encuentra acoplada a un generador 7. El aire comprimido en el compresor 1 se suministra a la cámara de combustión 3, en donde se quema con combustible, en donde los gases que se liberan de la combustión se suministran a la turbina 5. De la turbina 5 se extrae energía térmica de los gases que se liberan de la combustión, y se transforma en energía mecánica. Mediante el generador 7 se genera energía eléctrica.

El método y el dispositivo para la monitorización de la formación de deposición de partículas sólidas, se explican también mediante la figura 1. En la figura 1 se trata de un quemador con dos etapas de quemador, una etapa de quemador principal y una etapa de quemador piloto. En particular, para las turbinas de gas, la fracción de combustible para la etapa de quemador principal, corresponde aproximadamente al 90-95 % de la cantidad total de

combustible. El 5 -10 % restante se suministra a la etapa de quemador piloto. De esta manera, en la primera aproximación se logra el ajuste de la cantidad total de combustible a través de la válvula 15 del conducto 9 que alimenta combustible, para la etapa de quemador principal. Mediante los datos de funcionamiento para una máquina limpia, es decir, para conductos libres de deposición, se determinan los datos de funcionamiento teóricos en relación con la respectiva carrera de la válvula, y la cantidad de combustible admitido a través de la válvula. Con los datos mencionados se crean curvas características teóricas.

Se conduce combustible para la combustión en la cámara de combustión 3, a través de un conducto de combustible 13, hacia dos conductos de alimentación de combustible 9, 11, a modo de ejemplo en este caso representado como un conducto de alimentación de combustible 9 para la etapa de quemador principal, y el conducto 11 para la etapa de quemador piloto. En el interior de los conductos de alimentación de combustible, se encuentran dos válvulas reguladoras de combustible 15, 17, las cuales regulan el paso de la cantidad de combustible. La carrera de válvula real se determina mediante un dispositivo de medición 40, y la cantidad real de combustible a través de la válvula, se determina mediante un dispositivo de medición 45. En el caso que se detecte deposición en el conducto 9, se genera una sección efectiva reducida del flujo del conducto 9. A la característica mencionada se asocia un flujo interrumpido de la cantidad de combustible hacia la cámara de combustión 3. Para compensar, es decir, para suministrar la cantidad de combustible necesaria a la cámara de combustión 3, se incrementa la carrera de la válvula 15, es decir, que la válvula 15 se abre aún más que en la apertura necesaria en el caso de un conducto 9 libre de deposición, con las mismas condiciones límite. La unidad de medición 45 y la unidad de medición 40, se encuentran conectadas con un sistema de evaluación 65. El sistema mencionado está conformado por una pluralidad de unidades de cálculo 50, 55, 60. La unidad de medición 45 está conectada con la unidad de cálculo 55. La unidad de cálculo 55 se encuentra conectada además con una unidad de cálculo 50, en la cual se almacenan los datos de funcionamiento teóricos y las curvas características teóricas. La cantidad de combustible que pasa a través de la válvula 15, determinada a partir de la unidad de medición 45, se nivela con la curva característica teórica. A partir de ello, para la cantidad de combustible mencionada, resulta la carrera de válvula teórica necesaria para un conducto 9 libre de deposición. La carrera de válvula teórica necesaria, corresponde a la carrera de válvula para un conducto 9 libre de deposición. En una unidad de cálculo 60 dispuesta a continuación, se compara la carrera de válvula teórica necesaria, con la carrera de válvula real medida, que ha sido determinada en la unidad de medición 40. La comparación mencionada conforma la medida para la deposición en el conducto 9. A partir de los datos mencionados también se puede determinar la diferencia de la cantidad real de combustible que pasa en el caso del conducto 9 afectado por deposición, en relación con la cantidad de combustible teórica que pasa, en el caso del conducto 9 libre de deposición. La determinación mencionada permite una monitorización de la deposición en el conducto 9, sin realizar una inspección visual. Además, esto permite una monitorización continua. De esta manera se pueden tomar medidas proactivas a tiempo, ante el conducto 9 afectado con deposición. Sin embargo, en el caso de la monitorización mencionada, la instalación permanece disponible. Mediante el método mencionado se pueden determinar también la deposición en los conductos previamente conectados, que conducen combustible, por ejemplo, el conducto de combustible 13.

La figura 2 representa una curva característica para los datos de funcionamiento de un conducto libre de deposición 9, la curva característica teórica 90, así como la curva característica de un conducto afectado por deposición 9, la curva característica real 92. Ambas curvas características 90, 92 se representan en relación con la carrera de válvula que se registra en el sentido de X, y en relación con la cantidad de combustible que pasa, que se registra en el sentido de Y. La curva característica teórica 90 indica la carrera de válvula en relación con la cantidad de combustible que pasa, para un conducto 9 libre de deposición. En el quemador se requiere, por ejemplo, una cantidad de combustible Y_0. Durante el funcionamiento del conducto de combustible 13, se fijan por adición deposiciones en el conducto 9. De esta manera se desplaza la curva característica teórica 90, dado que la válvula 15 se debe abrir aún más para mantener la misma cantidad de combustible Y_0 en el quemador. El desplazamiento mencionado se representa mediante la curva característica real 92. Mediante el dispositivo de medición 40, en este punto se mide la carrera de válvula real X_1, para la cantidad de combustible Y_0 necesaria que pasa. Mediante la curva característica teórica 90 se determina la carrera de válvula teórica necesaria X_0. La carrera mencionada se compara con la carrera de válvula real X_1. La diferencia ΔX de ambas carreras de válvula X_1, X_0, representa una medida para la deposición en el conducto 9. Ante esencialmente la misma resistencia al flujo en el conducto 9, se conoce también la diferencia entre las cantidades de combustible ΔY entre la cantidad de combustible que pasa Y_0, y la cantidad de combustible Y_1 que pasa teóricamente en el caso de un conducto 9 libre de deposición, mediante el registro de la carrera de válvula X_1 sobre la curva característica teórica 92. La diferencia mencionada es también una medida para la deposición en el conducto 9, y se puede consultar para la monitorización de dicha deposición.

La presente invención hace referencia a un método y un dispositivo para la monitorización de la deposición de partículas sólidas que se forman en un conducto que alimenta combustible. La presente invención permite la monitorización de conductos o bien, válvulas afectadas, para poder tomar medidas proactivas a tiempo. No resulta necesaria la desconexión de la instalación. Además, mediante la presente invención se puede realizar una corrección del suministro del combustible, de una manera simple y rápida.

REIVINDICACIONES

1. Método para la monitorización de la deposición de partículas sólidas que se forman en un conducto (9) que alimenta combustible, que incorpora una válvula (15), en el cual se determina el grado de apertura del paso de válvula, y la cantidad de combustible que fluye a través de la válvula, **caracterizado porque** se determina una medida para la deposición de partículas sólidas en el conducto (9) que alimenta combustible, en tanto que el grado de apertura del paso de válvula y la cantidad de combustible que fluye a través de la válvula, se comparan con una referencia previamente determinada, que caracteriza al conducto (9) libre de deposición.

2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el grado de apertura del paso de válvula, está determinado por la carrera de la válvula.

3. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** se determinan y se almacenan los datos de funcionamiento para un conducto (9) sin deposición.

4. Método de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** como referencia se calculan curvas características teóricas (90) a partir de los datos de funcionamiento, como una función de referencia para la cantidad de combustible.

5. Método de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** se normaliza la función de referencia.

6. Método de acuerdo con la reivindicación 5, que presenta las siguientes etapas:

- Cálculo del flujo a través de la válvula (15), teóricamente adaptado a la curva característica teórica (90), a partir de la cantidad de combustible que fluye a través de la válvula, mediante la curva característica teórica (90),

- Comparación del flujo mencionado, teóricamente calculado, de combustible que fluye a través de la válvula (15), con el flujo real.

7. Método de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque** la monitorización de la deposición se realiza de manera continua.

8. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el combustible se suministra a través de un conducto de combustible (13).

9. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** con el combustible se acciona, al menos, una etapa de quemador en una cámara de combustión (3).

10. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-8, **caracterizado porque** con el combustible se accionan, al menos, dos etapas de quemador paralelas en una cámara de combustión (3), en donde

- al menos, una de las etapas de quemador, se acciona como una etapa de combustible piloto, y

- al menos, una de las etapas de quemador, se acciona como una etapa de combustible principal.

11. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** se permite una corrección del suministro de combustible.

12. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el método se utiliza en una turbina de gas.

13. Dispositivo para la monitorización de la deposición de partículas sólidas que se forman en un conducto (9) que alimenta combustible, que incorpora una válvula (15), que comprende un dispositivo de medición (45) para determinar el flujo real de combustible, y un dispositivo de medición (40) para determinar la posición real de la válvula, así como un sistema de evaluación (65), en donde los dispositivos de medición (45, 40) se encuentran conectados con el sistema de evaluación (65), **caracterizado porque** el sistema de evaluación determina una medida para la deposición de partículas sólidas en el conducto (9) que alimenta combustible, en tanto que el grado de apertura del paso de válvula y la cantidad de combustible que fluye a través de la válvula, se comparan con una referencia previamente determinada, que caracteriza el conducto (9) libre de deposición.

14. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado porque** el combustible es gaseoso.

15. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado porque** el combustible es líquido.

16. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 13-15, **caracterizado porque** el sistema de evaluación (65) comprende una unidad de cálculo (50) para determinar los datos de funcionamiento en un conducto (9) libre de deposición.

17. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 13-16, **caracterizado porque** el sistema de evaluación (65) comprende una unidad de cálculo (55) para calcular el flujo teórico de la cantidad de combustible a través de la válvula (15), adaptado a los datos de funcionamiento libre de deposición, para la cantidad de combustible que fluye a través de la válvula.

18. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 13-17, **caracterizado porque** el sistema de evaluación (65) comprende una unidad de cálculo (60) para determinar la diferencia entre el caudal teórico de combustible y el caudal real.

19. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 13-18, **caracterizado porque** además del conducto (9) que alimenta combustible, se proporciona, al menos, un conducto (11) que alimenta combustible adicional, que incorpora una válvula (17).

20. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 13-19, **caracterizado porque** el conducto (9) que alimenta combustible, está diseñado con un conducto de combustible (13) para el suministro del combustible.

21. Cámara de combustión (3) con un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes 13-20.

22. Turbina de gas con una cámara de combustión (4) de acuerdo con la reivindicación 21.

FIG 1

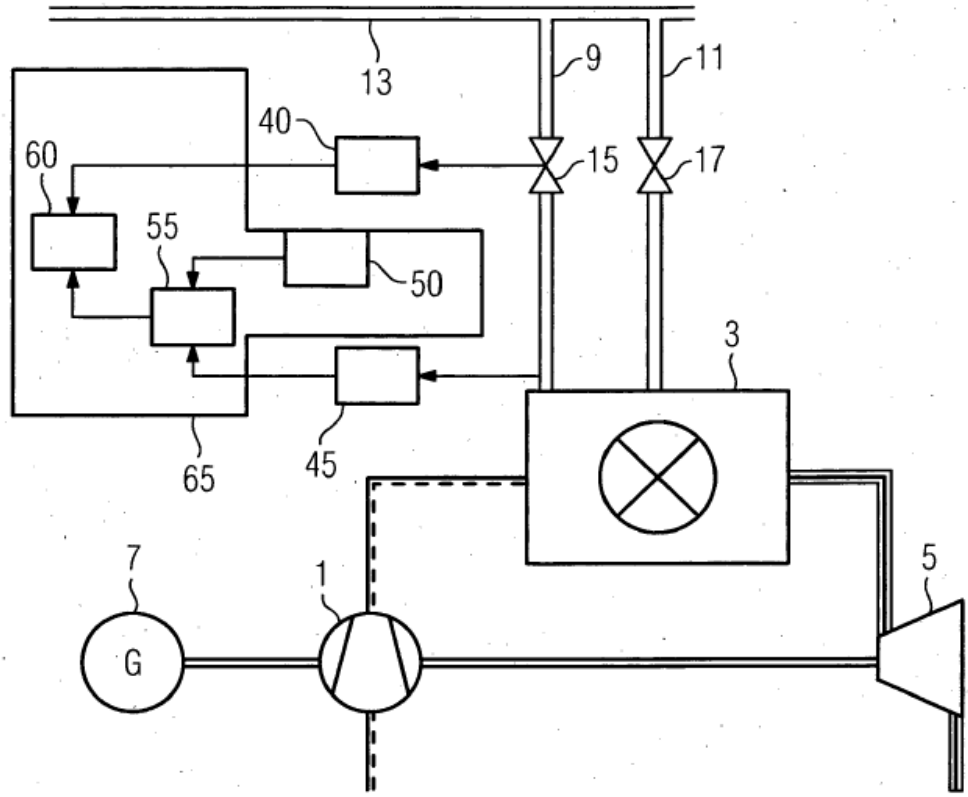
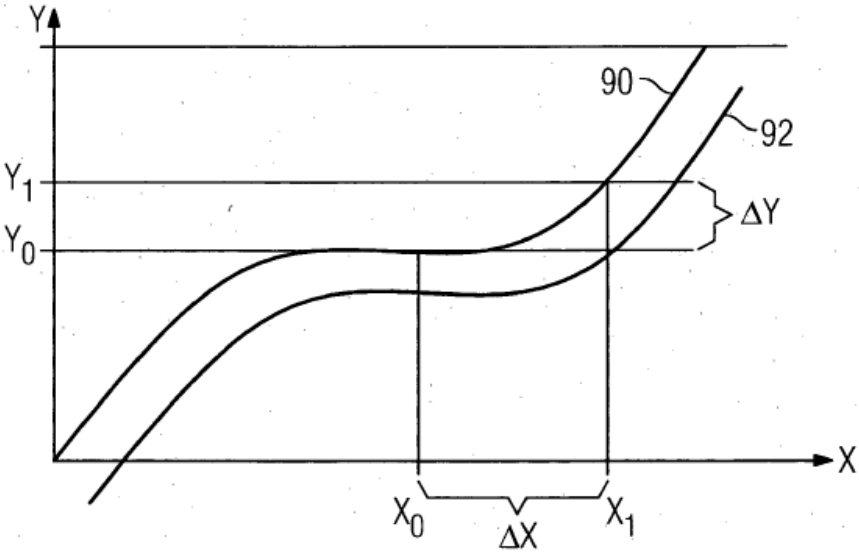
FIG 2