

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 012**

51 Int. Cl.:

**F23G 5/50** (2006.01)

**F23N 1/00** (2006.01)

**F23G 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.06.2008 PCT/IB2008/001489**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.12.2009 WO09150480**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2008 E 08762825 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2018 EP 2324288**

54 Título: **Procedimiento de control de una instalación de combustión usando una combinación de coeficiente de resistencia y estimación del frente de llama**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.03.2019**

73 Titular/es:

**BABCOCK & WILCOX VØLUND A/S (100.0%)  
Falkevej 2  
6705 Esbjerg Ø, DK**

72 Inventor/es:

**THOMSEN, SOEREN, NYMANN y  
SOERENSEN, BENNY, ELBAEK**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 704 012 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento de control de una instalación de combustión usando una combinación de coeficiente de resistencia y estimación del frente de llama

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de control utilizado en una instalación de combustión que comprende un sistema de alimentación, que alimenta combustible a una serie de rejillas móviles, en las que el combustible se alimenta hacia adelante y se somete a un sucesivo secado, ignición, combustión y quemado, siendo suministrado el aire primario para la combustión desde debajo de las rejillas y a través de la capa de combustible sobre las rejillas.

**10 Antecedentes de la técnica**

En instalaciones de combustión de este tipo, se sabe que proporciona un control del sistema de alimentación y posiblemente la velocidad de las rejillas móviles, en base a un cálculo del coeficiente de resistencia, por ejemplo en base al principio de Bernoulli, para el flujo de aire a través de las rejillas y el combustible. Un procedimiento de este tipo se conoce a partir del documento EP 955 499.

15 El documento JP 11 037436 divulga un sistema de control de alimentación de residuos para un incinerador de residuos de tipo alimentador horizontal para reducir la producción de CO y dioxina mediante el control de la alimentación de residuos. Un alimentador horizontal se divide en una pluralidad de zonas 16-1 a 16-4, y para las zonas 16-1 a 16-3 se determina una velocidad de alimentador con una estimación aproximada en base a una desviación del índice de capa de residuo de la siguiente zona y un valor establecido y las desviaciones entre una  
20 posición de combustión, un punto de corte de combustible y una cantidad de vapor producido de una caldera y los valores establecidos, mientras que para la zona 16-4 se determina una velocidad de alimentación con una estimación aproximada de una entrada, tal como una velocidad del alimentador de zona previa, un punto de interrupción de combustible y una proporción de operación del impulsor.

**Divulgación de la invención**

25 El objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento del tipo mencionado anteriormente, con el que es posible proporcionar un control más preciso de la combustión, y este objetivo se logra con un procedimiento para controlar la velocidad del sistema de alimentación y la velocidad de la primera rejilla móvil de una instalación de combustión, donde dicha instalación de combustión comprende un sistema de alimentación que alimenta combustible a una serie de rejillas móviles sobre las cuales el combustible se alimenta hacia adelante y se somete a  
30 un secado sucesivo, ignición, combustión y quemado, aire primario para la combustión que se suministra desde debajo de las rejillas y a través de la capa de combustible en las rejillas, comprendiendo dicho procedimiento

- calcular un coeficiente de resistencia para el flujo de aire a través de las rejillas de combustión y el combustible,

- controlar la velocidad del sistema de alimentación,

35 - controlar la velocidad de la primera rejilla móvil de la instalación de combustión en base al coeficiente de resistencia,

- proporcionar una estimación de la posición del frente de la llama mediante el análisis de imagen de una imagen de cámara de la zona de combustión, y

- utilizar dicha posición estimada del frente de la llama para controlar la velocidad de la primera rejilla móvil,

40 caracterizada por

- controlar la velocidad del sistema de alimentación en base al coeficiente de resistencia,

- utilizar dicha posición estimada del frente de la llama para proporcionar una corrección del control en base al coeficiente de resistencia de la velocidad del sistema de alimentación y la velocidad de la primera rejilla móvil;

- mediante el cual la corrección del control en base al coeficiente de resistencia se realiza por cualquiera de

45 - una introducción predictiva de la posición estimada del frente de la llama, mediante la cual una señal de control del frente de la llama corrige adicionalmente un punto de ajuste del coeficiente de control de resistencia,

- una introducción a escala de la posición estimada del frente de la llama, mediante la cual una señal de control del frente de la llama escala el punto de ajuste de un coeficiente de control de resistencia,

- una introducción de escala de ganancia de la posición estimada del frente de la llama, por lo que una señal de control del frente de la llama escala directamente un punto de ajuste a un sistema de control de alimentación.

5 Con esta disposición, el punto de ajuste o la señal de control del coeficiente del controlador de resistencia se puede corregir, siempre que se detecte que la posición del frente de la llama se desvía de la posición óptima del mismo.

**Breve descripción de los dibujos**

En la siguiente parte detallada de la presente descripción, la invención se explicará con más detalle con referencia a la realización a manera de ejemplo de un procedimiento de acuerdo con la invención mostrada en los dibujos, en los que

10 la Fig. 1 indica esquemáticamente una configuración del sistema de control de alimentación donde el punto de ajuste del coeficiente del controlador de resistencia se corrige adicionalmente (avance de alimentación) por la señal de control del frente de la llama,

15 la Fig. 2 indica esquemáticamente una configuración del sistema de control de alimentación donde el punto de ajuste del coeficiente del controlador de resistencia se escala (escala) por la señal de control del frente de la llama, y

la Fig. 3 indica esquemáticamente una configuración del sistema de control de alimentación donde la señal de control del frente de la llama escala directamente (escala de ganancia) el punto de ajuste al sistema de control de alimentación.

**Descripción de las realizaciones preferentes**

20 Los sistemas de control mostrados en las figuras 1-3 comprenden un controlador para cada uno de los dos parámetros de una instalación de combustión, es decir, la velocidad 1 de alimentación de combustible comburente en la cámara de combustión y la velocidad 2 de transporte en una primera rejilla de combustión sucesiva, respectivamente. Se indica que cada uno de los dos controladores son controladores PID y se controlan principalmente de acuerdo con un punto 3 de ajuste para la velocidad de la rejilla, que se basa en la producción de vapor/energía deseada para la planta. La corrección del punto 3 de ajuste de la velocidad de la rejilla para los dos controladores se realiza mediante el coeficiente de resistencia  $\zeta$  sobre la zona de combustión. El coeficiente de resistencia  $\zeta$  se calcula para la zona de combustión, por ejemplo utilizando la medición de presión en lados opuestos de la rejilla de combustión combinada y la capa de material combustible sobre ella, el flujo de aire, la presión y la temperatura del aire de combustión, etc. El cálculo del coeficiente de resistencia  $\zeta$  puede basarse en varias ecuaciones diferentes, tal como

30

$$\Delta p = \frac{1}{2} \cdot \zeta \cdot \rho \cdot v^x \Leftrightarrow \zeta = \frac{2 \cdot \Delta p}{\rho \cdot v^x}$$

en la que

$\Delta p$  = Pérdida de presión sobre la rejilla y el combustible sobre ella.

35  $\zeta$  = Coeficiente de resistencia

$\rho$  = Densidad de los medios (aire de combustión)

$v$  = Velocidad de los medios

$x$  = Exponente dependiente de que el flujo sea laminar o turbulento,

o

$$\zeta_I = \frac{\sqrt{\frac{R \cdot T}{P} \cdot \Delta p}}{V}$$

40

en la que

$\zeta_I$  = Coeficiente de resistencia

$R$  = Constante de gas para el aire (= 287,1 J/(kg. K))

T = Temperatura del aire (K)

P = Presión del aire (Pa)

$\Delta p$  = Pérdida de presión sobre la rejilla y el combustible sobre ella.

V = Flujo volumétrico de aire ( $m^3/s$ )

- 5 O cualquier otra ecuación relevante que proporcione un coeficiente de resistencia  $\zeta_{pv}$  relacionado con el espesor y la densidad del combustible en las rejillas.

El coeficiente de resistencia  $\zeta_{pv}$  sobre la zona de combustión así calculado proporciona una buena indicación de las correcciones necesarias de la velocidad 1,2 del sistema de alimentación, debido al hecho de que el coeficiente de resistencia  $\zeta_{pv}$  proporciona una buena estimación del espesor de la capa de residuos en la zona de combustión.

- 10 De acuerdo con la presente invención, sin embargo, el punto de ajuste  $\zeta_{sp}$  del coeficiente de resistencia puede ser demasiado alto o demasiado bajo y necesita ser corregido adicionalmente. Esta necesidad de corrección está de acuerdo con la presente invención proporcionada por el uso de la posición estimada  $F_{pv}$  del frente de la llama, proporcionándose dicha estimación por análisis de imagen de una imagen de cámara de la zona de combustión. La cámara es, en una realización preferente, una cámara de imagen rojo-verde-azul, sin embargo, se pueden usar otros tipos de cámaras, tales como una cámara de infrarrojos.
- 15

- En la realización a manera de ejemplo que se muestra en la Fig. 1, el controlador del frente de la llama está provisto con un punto de ajuste  $F_{sp}$  para el frente de la llama y un valor estimado  $F_{pv}$  para la posición del frente de la llama, que se proporciona a un controlador PID y la salida desde dicho controlador PID para el frente de la llama se agrega al punto de ajuste  $\zeta_{sp}$  para el coeficiente del controlador de resistencia con el fin de corregir este valor de control y, al final, corregir el control de la velocidad de alimentación de combustible comburente en la cámara de combustión y la velocidad 2 de transporte en la sucesiva primera rejilla de combustión.
- 20

De manera correspondiente, la Fig. 2 muestra el sistema correspondiente, en el que, sin embargo, la salida del controlador de la parte del frente de la llama se multiplica por el punto de ajuste  $\zeta_{sp}$  para el coeficiente del controlador de resistencia.

- 25 Además, la Fig. 3 muestra una configuración alternativa en la que la señal de salida del controlador del frente de la llama se multiplica sobre el punto 3 de ajuste de la velocidad de la rejilla de la misma manera que el coeficiente de la señal de salida del controlador de resistencia se multiplica en el resultado del mismo, antes de ser suministrada a los controladores PID para controlar la velocidad 1 de alimentación de combustible comburente a la cámara de combustión y la velocidad 2 de transporte en una primera rejilla de combustión sucesiva, respectivamente.

30

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de control de la velocidad (1) del sistema de alimentación y la velocidad (2) de la primera rejilla móvil de una instalación de combustión, comprendiendo dicha instalación de combustión un sistema de alimentación que alimenta combustible a una serie de rejillas móviles en el que el combustible es alimentado hacia adelante y se somete a un secado, encendido, combustión y quemado sucesivos, siendo suministrado el aire primario para la combustión desde debajo de las rejillas y a través de la capa de combustible en las rejillas, comprendiendo dicho procedimiento

- 5 - calcular un coeficiente de resistencia ( $\zeta_{pv}$ ) para el flujo de aire a través de las rejillas de combustión y el combustible,
- 10 - controlar la velocidad (1) del sistema de alimentación,
- controlar la velocidad (2) de la primera rejilla móvil de la instalación de combustión en base al coeficiente de resistencia ( $\zeta_{pv}$ ),
- proporcionar una estimación ( $F_{pv}$ ) de la posición del frente de la llama mediante el análisis de imagen de una imagen de cámara de la zona de combustión, y
- 15 - utilizar dicha posición ( $F_{pv}$ ) estimada del frente de la llama para el control de la velocidad (2) de la primera rejilla móvil,

**caracterizado por**

- controlar la velocidad (1) del sistema de alimentación en base al coeficiente de resistencia ( $\zeta_{pv}$ ),
- 20 - utilizar dicha posición ( $F_{pv}$ ) estimada del frente de la llama para proporcionar una corrección del control en base al coeficiente de resistencia ( $\zeta_{pv}$ ) de la velocidad (1) del sistema de alimentación y la velocidad (2) de la primera rejilla móvil;
- mediante el cual la corrección al control en base al coeficiente de resistencia ( $\zeta_{pv}$ ) se realiza por cualquiera de
- 25 - una introducción predictiva de la posición ( $F_{pv}$ ) estimada del frente de la llama, mediante la cual una señal de control del frente de la llama corrige adicionalmente un punto de ajuste de un coeficiente de controlador de resistencia,
- una introducción a escala de la posición ( $F_{pv}$ ) estimada del frente de la llama, mediante la cual un punto de ajuste de un coeficiente de controlador de resistencia se escala mediante una señal de control del frente de la llama
- 30 - una introducción de escala de ganancia de la posición ( $F_{pv}$ ) estimada del frente de la llama, mediante la cual una señal de control del frente de llama escala directamente un punto de ajuste a un sistema de control de alimentación.

