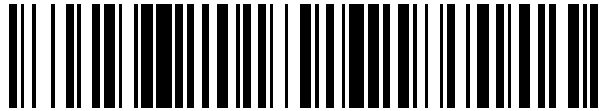


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 246**

21 Número de solicitud: 201590025

51 Int. Cl.:

**F23C 3/00** (2006.01)  
**F23M 3/18** (2006.01)  
**C10J 3/20** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:  
**23.10.2012**

43 Fecha de publicación de la solicitud:  
**29.06.2015**

Fecha de la concesión:  
**05.05.2016**

45 Fecha de publicación de la concesión:  
**12.05.2016**

56 Se remite a la solicitud internacional:  
**PCT/ES2012/070739**

73 Titular/es:  
**FUNDACION CIDAUT (100.0%)**  
**Parque Tecnológico de Boecillo, parcela 209**  
**47151 BOECILLO (Valladolid) ES**

72 Inventor/es:  
**DOMÍNGUEZ CARRERO, José Ignacio;**  
**FÉRNANDEZ MERINO, David;**  
**MELGAR BACHILLER, Andrés;**  
**IZQUIERDO DE FRANCISCO, Alejandro y**  
**HORNILLO GÜEMES, Alfonso**

74 Agente/Representante:  
**CAPITAN GARCÍA, Nuria**

54 Título: **CALDERA VERTICAL DE COMBUSTIBLE SOLIDO**

57 Resumen:

La presente invención consiste en una caldera vertical que funciona con combustibles sólidos, como por ejemplo, biomasa, carbón, madera, etc. La caldera comprende un hogar dividido en dos secciones. Una sección inferior, en donde se consigue una combustión parcial del combustible sólido, y una sección superior, en donde, gracias a la introducción de un flujo de aire secundario, se completa la combustión de los gases generados en la sección inferior. Entre ambas secciones del hogar está dispuesto un estrechamiento que permite aumentar la velocidad de los gases de la combustión parcial para su mezclado con el flujo de aire secundario para completar la combustión.

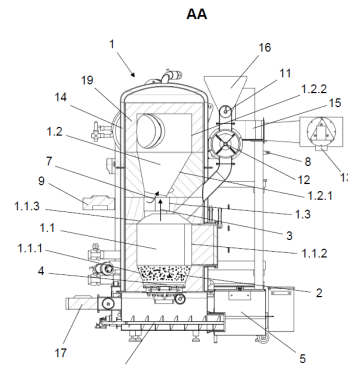


Fig.2

ES 2 539 246 B1

## DESCRIPCIÓN

Caldera vertical de combustible sólido.

### 5 **OBJETO DE LA INVENCION**

La presente invención se engloba en el campo de las calderas verticales, es decir, con el hogar dispuesto en posición vertical, que funcionan con combustibles sólidos, como por ejemplo, biomasa, carbón, madera, etc.

10 Dicha invención fundamentalmente propone una caldera que comprende un hogar dividido en dos secciones. Una sección inferior, en donde se consigue una combustión parcial del combustible sólido, y una sección superior, en donde se completa la combustión de los gases generados en la sección inferior.

15 Entre ambas secciones del hogar está dispuesto un estrechamiento que permite aumentar la velocidad de los gases de la combustión parcial antes de su mezclado con el flujo de aire secundario para completar la combustión.

### 20 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

En referencia al estado de la técnica, debe mencionarse que se conocen y comercializan distintos tipos de calderas tanto de uso doméstico como industrial.

25 Las calderas para quemar combustible sólido generalmente comprenden un dosificador que hace llegar el combustible sólido a un hogar o cámara de combustión.

30 En el fondo del hogar hay una parrilla sobre la cual se quema el combustible sólido. Dicha parrilla también es capaz de retener y descargar las cenizas hacia un cenicero ubicado debajo de la misma.

35 El gas de escape de la combustión generado en el hogar pasa a través de un intercambiador de calor transfiriendo dicho calor al agua para su posterior empleo, por ejemplo, en sistemas de calefacción, de agua caliente sanitaria, etc.

Para llevar a cabo la combustión del combustible sólido depositado sobre la parrilla es necesario suministrar a dicha cámara de combustión cierta cantidad de aire.

40 La tecnología de combustión actualmente empleada en las calderas de combustibles sólidos incluye una fase de gasificación (combustión incompleta) del combustible dispuesto sobre la parrilla, empleando para ello un flujo de aire primario que penetra por la parte inferior del hogar, en dirección contraria a la introducción del combustible sólido, pasando a través del lecho de dicho combustible sólido depositado sobre la parrilla.

45 Posteriormente, se lleva a cabo una fase de combustión completa o total, en donde se aporta una segunda cantidad del aire necesario para completar la combustión del gas generado en la anterior fase.

50 Por ejemplo, en el documento de patente EP 2083215, publicado el 29 de julio de 2009, muestra una caldera doméstica vertical alimentada por combustible de biomasa granular, tal como, pellets.

La caldera comprende un hogar conformado por una o más partes verticales, las cuales son conformadas con secciones transversales con determinada y diferente geometría para lograr el ascenso de los gases de la combustión a una determinada velocidad que garantice que dichos gases permanezcan dentro del hogar hasta que se haya logrado su combustión completa.

5 El hogar se encuentra dispuesto en el interior de una cámara por donde circula el aire para la combustión, el cual llega al hogar pasando a través de la parrilla, y especialmente, a través de unos orificios cónicos practicados en la pared del hogar.

10 La presente solución tiene la desventaja de que el flujo de aire secundario no es inyectado de tal forma que cree una turbulencia que le facilite mezclarse completamente con los gases, con vistas a lograr la combustión completa de dichos gases.

15 Tampoco esta solución muestra que dicho flujo de aire secundario pueda ser controlado, garantizando la combustión completa del material de manera eficaz y eficiente.

### **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

20 A la vista de lo anteriormente enunciado, la presente invención se refiere a una caldera vertical de combustible sólido.

25 La caldera comprende un hogar en el que se introduce el combustible sólido en dirección contraria a un flujo de aire primario ascendente. Esto permite configurar un lecho de combustible sólido uniforme, a la vez que se acelera su proceso de reacción.

30 El flujo de aire primario, una vez introducido en el hogar por su parte inferior, atraviesa una parrilla dispuesta en el extremo inferior del hogar. La parrilla soporta al lecho de combustible sólido sobre un cenicero a donde van a parar las cenizas producidas por la combustión del combustible sólido, mientras que los gases generados ascienden a través del hogar y alcanzan su combustión completa al mezclarse con un flujo de aire secundario que se introduce en el hogar.

35 Por otra parte, el extremo superior del hogar posee comunicación fluida con un sistema intercambiador de calor, en donde es aprovechado el contenido energético de los gases de escape de la combustión.

40 El hogar está dividido en dos secciones. Una sección inferior, en donde se consigue una combustión parcial del combustible sólido, y una sección superior, en donde, gracias a la introducción del flujo de aire secundario, se completa la combustión de los gases generados en la sección inferior.

45 La sección inferior del hogar parte desde la cara superior de la parrilla aumentando su sección transversal en forma de un primer cono invertido, seguido de un primer tramo recto, cuyo diámetro es igual al diámetro mayor del primer cono invertido, y terminado en un tramo cónico.

En cambio, la sección superior parte de un segundo cono invertido con un diámetro menor igual o menor que el diámetro menor del tramo cónico de la sección inferior, seguido de un segundo tramo recto, cuyo diámetro es igual al diámetro mayor del segundo cono invertido.

50 Entre la sección inferior y la sección superior del hogar está dispuesto un estrechamiento en forma de un tercer tramo recto, cuyo diámetro es igual o menor que el diámetro menor del tramo cónico de la sección inferior.

Esta novedosa configuración estructural del hogar logra que en su sección inferior se acumule el combustible sólido copiando la geometría de la pared interior del primer cono invertido, permitiendo regular la posición del frente de llama, es decir, el área de reacción de combustión se posiciona a diferente altura, en función de la potencia requerida a la caldera.

5 Así mismo, el estrechamiento dispuesto entre ambas secciones del hogar, permite aumentar la velocidad de la corriente de los gases generados en la sección inferior. De esta manera, cuando se produzca el choque entre dicha corriente de gases y el flujo de aire secundario, genera una turbulencia tal que facilita el mezclado de ambos fluidos, llegando a completarse la  
10 combustión de los gases en la sección superior del hogar, antes de ser arrastrados al sistema intercambiador de calor.

Otra ventaja es que el hogar y el sistema intercambiador de calor se han dispuestos en módulos aparte, facilitando las labores de acceso del equipo a las salas de calderas, así como, lográndose la compactación de la caldera, disminuyendo sus dimensiones y posibilitando su  
15 montaje modular.

### **DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

20 Se complementa la presente memoria descriptiva, con un juego de figuras, ilustrativas del ejemplo preferente y nunca limitativas de la invención.

La figura 1 representa una vista superior de la caldera vertical de combustible sólido.

25 La figura 2 representa una vista frontal en corte AA de la figura 1, en donde se muestra el hogar y el cenicero.

La figura 3 representa una vista lateral en corte BB de la figura 1, en donde se muestra el hogar en comunicación fluida con el sistema intercambiador de calor.

30 La figura 4 representa una vista posterior en corte CC de la figura 1, en donde se muestra el sistema intercambiador de calor, específicamente, el intercambiador de calor tubular.

### **EXPOSICIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

35 La presente invención es una caldera vertical de combustible sólido para ser empleada en sistemas de calefacción, de agua caliente sanitaria, etc.

40 Como se aprecia en la figura 1, la caldera comprende un hogar (1) cuyo extremo superior posee comunicación fluida con un sistema intercambiador de calor (6), en donde es aprovechado el contenido energético de los gases de escape de la combustión para su empleo en los sistemas antes descritos.

45 Como muestra la figura 2, la alimentación del combustible sólido (2) a la caldera, por ejemplo, biomasa granulada en forma de pellets, parte de un depósito de combustible (16) incluido en la propia caldera.

La carga de dicho depósito de combustible (16) puede realizarse de forma manual, a través del vaciado de sacos de combustible sólido (2), o de forma automática, a través de la descarga del  
50 combustible proveniente de otro depósito de mayores dimensiones mediante un sistema de sinfín o un sistema neumático (no visto en las figuras).

Para detectar la necesidad de llenado del depósito de combustible (16), puede colocarse un sensor (no visto en las figuras) en su interior que dé indicaciones visuales y/o sonoras cuando la cantidad de combustible sólido (2) disponible en dicho depósito es menor que un valor prefijado.

5 El combustible sólido (2) se introduce en el hogar (1) en dirección contraria a un flujo de aire primario (3) ascendente que penetra en dicho hogar (1) por su parte inferior. El flujo de aire primario (3) es impulsado por el ventilador (17) dispuesto debajo del hogar (1).

10 Como puede verse en las figuras 2 y 3, el hogar (1) está dividido en dos secciones (1.1, 1.2). Una sección inferior (1.1), en donde se consigue una combustión parcial del combustible sólido (2), y una sección superior (1.2), en donde, por la introducción de un flujo de aire secundario (7), se completa la combustión de los gases generados en la sección inferior (1.1).

15 En la sección inferior (1.1) es donde se forma el lecho de combustible sólido (2) soportado por una parrilla (4), la cual está dispuesta en el extremo inferior del hogar (1). La parrilla (4) es atravesada por el flujo de aire primario (3).

20 En otros ejemplos de realización, el flujo de aire primario (3) puede estar comprendido por gases de combustión recirculados procedentes de la derivación (13) dispuesta en el conducto de salida (20) de los gases de escape, o por una mezcla de aire y gases de combustión recirculados.

25 La parrilla (4) queda dispuesta sobre un cenicero (5), a este último van a parar las cenizas producidas por la combustión del combustible sólido (2), mientras que los gases productos de la combustión ascienden a través del hogar (1).

30 En tal sentido, sobre la parrilla (4) se retiene el combustible sólido (2) hasta su conversión en cenizas, impidiéndose disminuir el rendimiento de la caldera por pérdida de combustible sólido (2).

35 Preferiblemente, la parrilla (4) desarrolla un movimiento circular, que permite evitar la acumulación de cenizas sobre la misma, al mismo tiempo que homogeniza el lecho de combustible sólido (2).

Así mismo, se prefiere que debajo de la parrilla (4) esté dispuesto un tornillo sinfín (10) que permite la evacuación de las cenizas hacia el cenicero (5).

40 La sección inferior (1.1) del hogar (1) parte desde la cara superior de la parrilla (4) aumentando su sección transversal en forma de un primer cono invertido (1.1.1).

45 Precisamente, el lecho de combustible sólido (2) se conforma en el espacio limitado entre la cara superior de la parrilla (4) y dicho primer cono invertido (1.1.1) de la sección inferior (1.1) del hogar (1), lo que permite que el área de reacción de combustión pueda ser posicionada a diferente altura en función de la potencia generada, esta última condicionada por el flujo primario de aire (3) que atraviesa dicho lecho de combustible.

50 Seguido del primer cono invertido (1.1.1) se dispone un primer tramo recto (1.1.2) cuyo diámetro es igual al diámetro mayor del primer cono invertido (1.1.1).

Dicho primer tramo recto (1.1.2) ayuda a conformar de manera homogénea el lecho de combustible sólido (2), de ahí la necesidad de que el aporte de combustible sólido (2) se realice lo más centrado posible en el hogar (1).

La sección inferior (1.1) del hogar (1) termina en un tramo cónico (1.1.3) dispuesto a continuación de dicho primer tramo recto (1.1.2).

5 Preferentemente, la entrada del combustible sólido (2) en el hogar (1) se realiza a través de un dosificador (11) dispuesto en comunicación fluida con el tramo cónico (1.1.3) de la sección inferior (1.1).

10 Debido a que la caldera trabaja en depresión e interesa que el flujo de aire primario (3) pase a través del lecho de combustible sólido (2), la entrada de combustible sólido (2) debe ser sellada al paso de dicho flujo de aire. Para ello, se prefiere que el dosificador (11) esté provisto de una válvula rotativa (12) del tipo alveolar.

15 Siguiendo al tramo cónico (1.1.3), es decir, entre la sección inferior (1.1) y la sección superior (1.2) del hogar (1), está dispuesto un estrechamiento en forma de un tercer tramo recto (1.3), cuyo diámetro es igual o menor que el diámetro menor del tramo cónico (1.1.3) de la sección inferior (1.1).

20 Preferentemente, el flujo de aire secundario (7) se aporta a través de dicho tercer tramo recto (1.3).

25 Así mismo, se prefiere que en la pared interior del tercer tramo recto (1.3) esté dispuesto un labrado en forma de voluta (no mostrado en las figuras) que acelera y favorece la mezcla entre los gases generados en la sección inferior (1.1) y el flujo de aire secundario (7), al crear turbulencia entre ambos fluidos mediante un movimiento en espiral.

30 Preferentemente, el flujo de aire secundario (7) es regulado en función de la cantidad de oxígeno existente en los gases de escape. Para ello, puede ser empleada una sonda lambda (8), dispuesta próxima al conducto de salida (20) de los gases de escape, que mide la concentración de oxígeno y actúa sobre la velocidad de un ventilador (9) que inyecta el flujo de aire secundario (7) en el hogar (1).

35 Por su parte, la sección superior (1.2) del hogar (1) parte de un segundo cono invertido (1.2.1) con un diámetro menor igual o menor que el diámetro menor del tramo cónico (1.1.3) de la sección inferior (1.1), seguido de un segundo tramo recto (1.2.2), cuyo diámetro es igual al diámetro mayor del segundo cono invertido (1.2.1).

40 La geometría y volumen de la sección superior (1.2) del hogar (1), garantiza el mezclado completo de los gases generados en la sección inferior (1.1) con el flujo de aire secundario (7), lográndose una combustión total de los gases generados en dicha sección inferior (1.1), antes de salir al sistema intercambiador de calor (6).

45 Preferiblemente, la sección inferior (1.1), la sección superior (1.2) y el tercer tramo recto (1.3) del hogar (1) están recubiertos con un material refractario (19).

50 El material refractario (19) empleado, sobre todo en la sección superior (1.2) del hogar (1), debe permitir mantener una temperatura elevada dentro del hogar (1) para lograr la completa eliminación de las partículas arrastradas durante la combustión llevada a cabo en la sección inferior (1.1) del hogar (1).

De igual manera, se prefiere que la sección inferior (1.1), la sección superior (1.2) y el tercer tramo recto (1.3) del hogar (1) estén envueltos en una camisa de agua (14) que minimiza las pérdidas térmicas de los gases de la combustión.

Por su parte, preferentemente, el sistema intercambiador de calor (6) comprende, dispuestos en serie, un intercambiador de calor en cascada (6.1) seguido de un intercambiador de calor tubular (6.2).

5 El intercambiador de calor en cascada (6.1) recoge un porcentaje elevado de la potencia y limita el arrastre de partículas, contenidas en los gases de la combustión, hacia el intercambiador tubular (6.2). La geometría del intercambiador de calor en cascada (6.1) ayuda a que dichas partículas vayan chocando contra las paredes del intercambiador y decanten  
10 hacia un cenicero (6.1.1), dispuesto en su parte inferior.

Preferiblemente, el cenicero (6.1.1) del intercambiador de calor en cascada (6.1) está cubierto por una camisa de agua (6.1.2).

15 Las camisas de agua, tanto alrededor de los componentes del hogar (1) como del cenicero (6.1.1) del intercambiador de calor en cascada (6.1), permiten evitar las pérdidas por radiación de dichos elementos y actuar como sistemas de inercia.

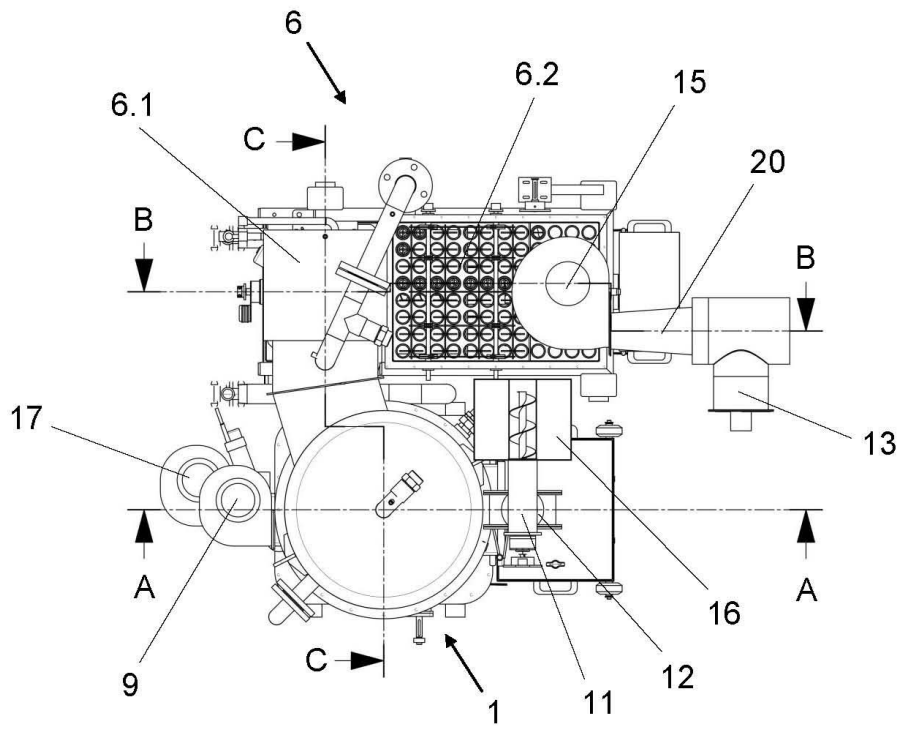
20 En cuanto al intercambiador de calor tubular (6.2), tiene tres pasos de humos para maximizar su rendimiento de transferencia de calor, además de un sistema de limpieza automático (18).

Preferentemente, a la salida del intercambiador de calor tubular (6.2), después de la sonda lambda (8), está dispuesto al menos un ventilador extractor (15) que garantiza la circulación de los gases de la combustión a través del hogar (1) y el sistema intercambiador de calor (6).

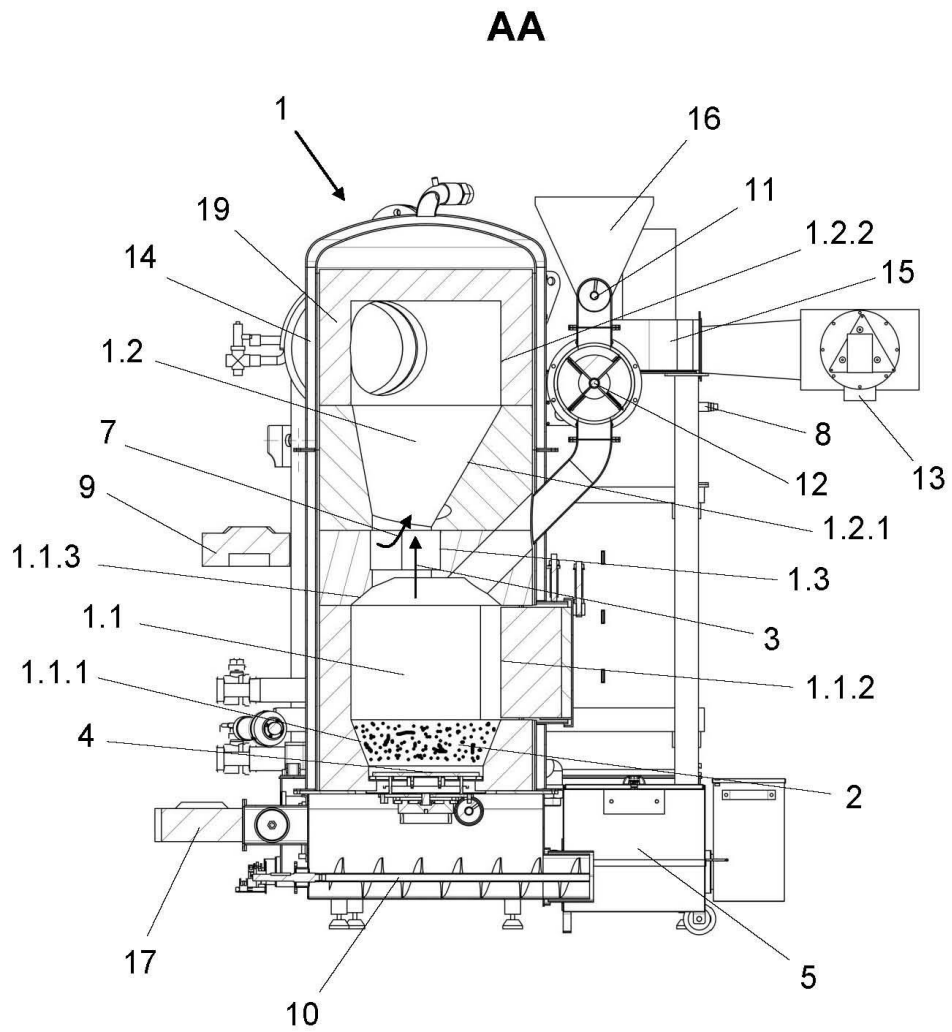
## REIVINDICACIONES

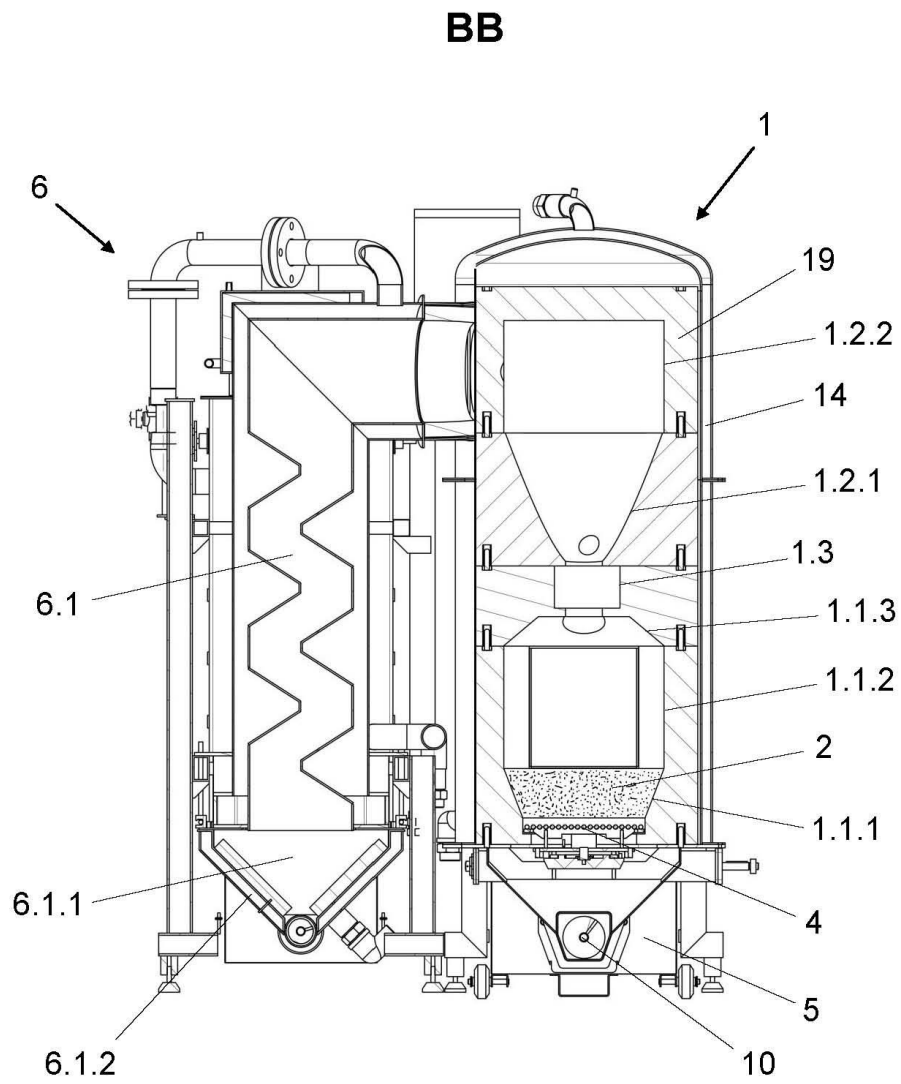
- 1.- Caldera vertical de combustible sólido que comprende un hogar (1), en el que se introduce el combustible sólido (2) en dirección contraria a un flujo de aire primario (3) ascendente que penetra en dicho hogar (1) por su parte inferior, dicho flujo de aire primario (3) atraviesa una parrilla (4) dispuesta en el extremo inferior del hogar (1), la parrilla (4) soporta un lecho de combustible sólido (2) sobre un cenicero (5), los gases de la combustión del combustible sólido (2) ascienden a través del hogar (1) y se mezclan con un flujo de aire secundario (7) que se introduce en el hogar (1), el extremo superior del hogar (1) posee comunicación fluida con un sistema intercambiador de calor (6), en donde es aprovechado el contenido energético de los gases de escape de la combustión, **caracterizada por** que el hogar (1) está dividido en dos secciones, una sección inferior (1.1), en donde se consigue una combustión parcial del combustible sólido (2), y una sección superior (1.2), en donde se completa la combustión de los gases generados en la sección inferior (1.1); dicha sección inferior (1.1) parte desde la cara superior de la parrilla (4) aumentando su sección transversal en forma de un primer cono invertido (1.1.1), seguido de un primer tramo recto (1.1.2) cuyo diámetro es igual al diámetro mayor del primer cono invertido (1.1.1), y terminado en un tramo cónico (1.1.3); la sección superior (1.2) parte de un segundo cono invertido (1.2.1) con un diámetro menor igual o menor que el diámetro menor del tramo cónico (1.1.3) de la sección inferior (1.1), seguido de un segundo tramo recto (1.2.2), cuyo diámetro es igual al diámetro mayor del segundo cono invertido (1.2.1); entre la sección inferior (1.1) y la sección superior (1.2) del hogar (1) está dispuesto un estrechamiento en forma de un tercer tramo recto (1.3), cuyo diámetro es igual o menor que el diámetro menor del tramo cónico (1.1.3) de la sección inferior (1.1).
- 2.- Caldera vertical de combustible sólido según la reivindicación 1 en la que el flujo de aire secundario (7) se aporta a través del tercer tramo recto (1.3).
- 3.- Caldera vertical de combustible sólido según las reivindicación 2 en la que en la pared interior del tercer tramo recto (1.3) está dispuesto un labrado en forma de voluta que acelera y favorece la mezcla entre los gases generados en la sección inferior (1.1) y el flujo de aire secundario (7), mediante un movimiento en espiral.
- 4.- Caldera vertical de combustible sólido según la reivindicación 2 en la que el flujo de aire secundario (7) es regulado por una sonda lambda (8), que actúa sobre la velocidad de un ventilador (9) que inyecta el flujo de aire secundario (7) en el hogar (1), según la concentración de oxígeno medida en los gases de escape.
- 5.- Caldera vertical de combustible sólido según la reivindicación 1 en la que la parrilla (4) desarrolla un movimiento circular, que permite evitar la acumulación de cenizas sobre la misma, así como homogeneizar el lecho.
- 6.- Caldera vertical de combustible sólido según las reivindicaciones 1 ó 5 en la que debajo de la parrilla (4) está dispuesto un tornillo sinfín (10) que permite la evacuación de las cenizas hacia el cenicero (5).
- 7.- Caldera vertical de combustible sólido según la reivindicación 1 en la que el combustible sólido (2) se introduce en el hogar (1) a través de un dosificador (11) dispuesto en comunicación fluida con el tramo cónico (1.1.3) de la sección inferior (1.1).
- 8.- Caldera vertical de combustible sólido según la reivindicación 7 en la que el dosificador (11) está provisto de una válvula rotativa (12).

- 9.- Caldera vertical de combustible sólido según la reivindicación 1 en la que la sección inferior (1.1), la sección superior (1.2) y el tercer tramo recto (1.3) del hogar (1) están recubiertos con un material refractario (19).
- 5 10.- Caldera vertical de combustible sólido según las reivindicaciones 1 ó 9 en la que la sección inferior (1.1), la sección superior (1.2) y el tercer tramo recto (1.3) del hogar (1) están envueltos en una camisa de agua (14) que minimiza las pérdidas térmicas de los gases de la combustión.
- 10 11.- Caldera vertical de combustible sólido según la reivindicación 1 en la que el sistema intercambiador de calor (6) comprende, dispuestos en serie, un intercambiador de calor en cascada (6.1) seguido de un intercambiador de calor tubular (6.2).
- 15 12.- Caldera vertical de combustible sólido según la reivindicación 11 en la que el intercambiador de calor en cascada (6.1) incluye en su parte inferior un cenicero (6.1.1), en donde decantan las partículas arrastradas en los gases de la combustión.
- 20 13.- Caldera vertical de combustible sólido según la reivindicación 12 en la que el cenicero (6.1.1) del intercambiador de calor en cascada (6.1) está cubierto por una camisa de agua (6.1.2).
- 25 14.- Caldera vertical de combustible sólido según las reivindicaciones 4 y 11 en la que a la salida del intercambiador de calor tubular (6.2), después de la sonda lambda (8), está dispuesto al menos un ventilador extractor (15) que garantiza la circulación de los gases de la combustión a través del hogar (1) y el sistema intercambiador de calor (6).
- 15.- Caldera vertical de combustible sólido según la reivindicación 1 en la que el combustible sólido (2) empleado es biomasa.

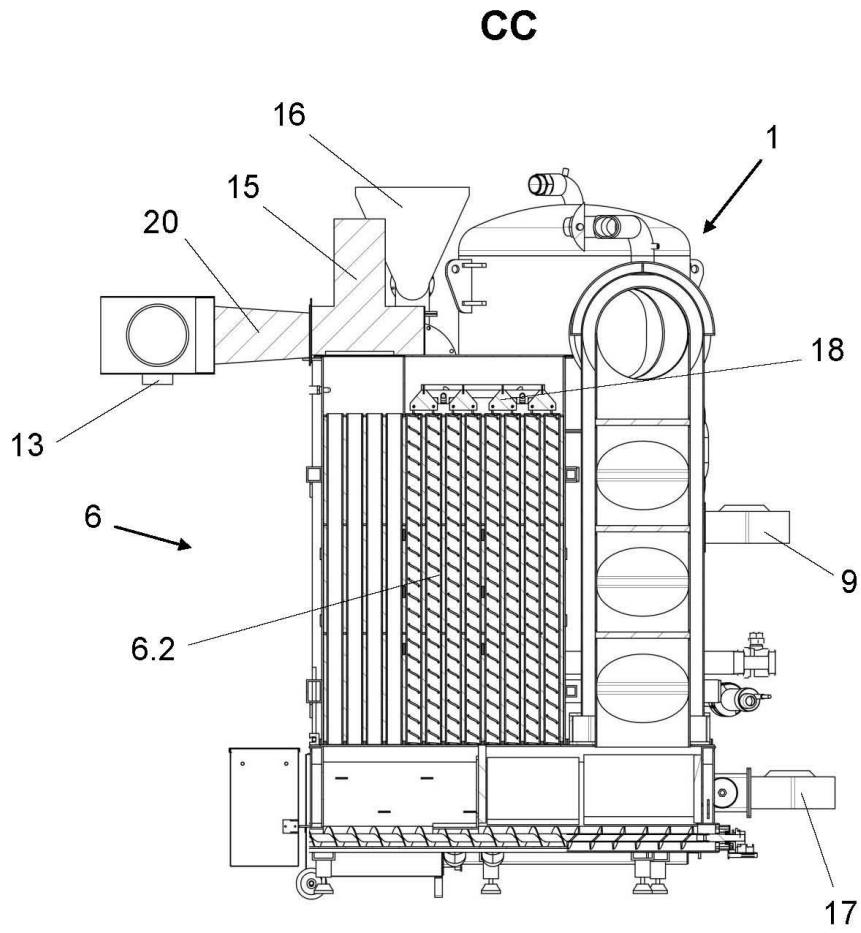


**Fig.1**





**Fig.3**



**Fig.4**