

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 984**

51 Int. Cl.:

**F23G 5/027** (2006.01)

**F23G 5/16** (2006.01)

**F23G 5/50** (2006.01)

**F23N 3/00** (2006.01)

**F23N 5/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.05.2010 PCT/US2010/035259**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.11.2010 WO10135326**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2010 E 10724179 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2016 EP 2433053**

54 Título: **Sistema de gasificación de desperdicios de dos etapas**

30 Prioridad:

**18.05.2009 US 467887**

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

**06.02.2017**

73 Titular/es:

**COVANTA ENERGY, LLC (100.0%)**

**1209 Orange Street**

**Wilmington, DE 19801, US**

72 Inventor/es:

**BROGLIO, RON;**

**ZHANG, HANWEI;**

**BARKER, ROBERT LEES y**

**GOFF, STEPHEN PAUL**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 599 984 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 gasificación de desperdicios de dos etapas

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere de manera general a sistemas de gasificación o combustión. Más específicamente, la presente invención se refiere a un método y sistema para regular el flujo de gas y desperdicios a través de un sistema gasificador o cámara de combustión.

Antecedentes

10 Los residuos sólidos urbanos ("RSU") son el producto bruto recogido y procesado por municipios y gobiernos. Los RSU incluyen bienes duraderos y no duraderos, recipientes y envases, residuos de alimentos y jardinería, así como residuos inorgánicos misceláneos de fuentes residenciales, comerciales e industriales. Ejemplos incluyen papel prensa, electrodomésticos, ropa, restos de comida, recipientes y envases, pañales desechables, plásticos de todo tipo incluyendo vajilla desechable y materiales de envases espumados, productos de caucho y madera, tierra de maceta, recortes de jardinería y electrónica de consumo, como parte de una lista abierta de productos desechables o de desecho. Un método tradicional de eliminación de residuos es un vertedero, que todavía es una práctica habitual en algunas zonas. Muchas autoridades locales, sin embargo, han encontrado difícil establecer nuevos vertederos. En esas zonas, los residuos sólidos deben transportarse para la eliminación, haciéndolo más caro.

20 Como alternativa a los vertederos, una cantidad sustancial de RSU pueden eliminarse por combustión en una cámara de combustión de residuos sólidos urbanos ("CRU") para ayudar a recuperar energía de los residuos. La conversión de residuos en energía a menudo se realiza en una planta de valorización energética ("PVE"). Uno de los problemas asociados a la combustión convencional de RSU y otros combustibles sólidos es que crea pequeñas cantidades de productos secundarios indeseables y potencialmente perjudiciales, tales como NOx, monóxido de carbono, y dioxinas. Por ejemplo, NOx se forma durante la combustión a través de dos mecanismos primarios. En primer lugar, NOx combustible se forma mediante la oxidación de nitrógeno (N) orgánicamente unido que se encuentra en RSU y otros combustibles. Cuando la cantidad de O<sub>2</sub> en la cámara de combustión es baja, N<sub>2</sub> es el producto de reacción predominante. Sin embargo, cuando está disponible una cantidad sustancial de O<sub>2</sub>, una parte aumentada del N unido a combustible se convierte en NOx. En segundo lugar, NOx térmico se forma mediante la oxidación de N<sub>2</sub> atmosférico a altas temperaturas. Debido a la alta energía de activación requerida, la formación de NOx térmico no se hace significativa hasta que las temperaturas de llama alcancen 1.100°C (2.000°F).

30 Otro problema en la técnica anterior es la falta de disponibilidad de sistemas o métodos de combustión de desperdicios que tienen alto contenido de humedad. El alto contenido de humedad de desperdicios en países como China complica el proceso de combustión porque la mayor humedad puede crear combustión inestable porque se necesita calor extra para secar desperdicios y lleva a menor temperatura de horno. Los desperdicios de mayor contenido de humedad requieren más flujo de gas (aire) para secar los desperdicios. Puede ser difícil aumentar el flujo de gas en sistemas convencionales porque el flujo de gas adicional aumentará el requisito de ventiladores y disminuirá la eficacia de la caldera.

A pesar de las mejoras realizadas en reducir las emisiones perjudiciales de sistemas de combustión convencionales, todavía existe una necesidad de métodos y sistemas alternativos que convierten de manera eficaz RSU, RSU de alto contenido de humedad, y/u otros combustibles sólidos en energía mientras producen una cantidad mínima de emisiones indeseables.

40 El documento US-4.784.603 se refiere a un procedimiento y aparato para eliminar contaminantes volátiles de chatarra metálica, procedimiento que se lleva a cabo en un horno mantenido a una temperatura relativamente constante, que tiene una primera zona en la que se vaporizan compuestos volátiles contenidos en la superficie del metal y una segunda zona en la que se piroliza carbono contenido en la superficie del metal.

45 Por tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema de combustión gasificación de desperdicios de dos etapas y un método para regular gas y hacer avanzar desperdicios a través de un sistema de combustión gasificación de desperdicios de dos etapas, que supera los problemas mencionados anteriormente.

Sumario de la invención

50 Este objeto se cumple mediante un sistema de combustión gasificación de desperdicios de dos etapas para procesar desperdicios que tiene las características dadas a conocer en la reivindicación 1 y mediante un método para regular gas y hacer avanzar desperdicios a través de un sistema de combustión gasificación de desperdicios de dos etapas que tiene las características dadas a conocer en la reivindicación 6. Las realizaciones preferidas son el contenido de las reivindicaciones dependientes. La presente invención se refiere a un sistema de combustión gasificación y

método que controla la velocidad de gasificación o combustión. Controlando el suministro de oxidante y la temperatura de gasificación o combustión, el sistema puede quemar de manera más eficaz desperdicios y reducir la emisión de productos perjudiciales (gases y/o sólidos) a la atmósfera. Adicionalmente, controlando la velocidad y la temperatura de gasificación o combustión, puede crearse un sistema más duradero que será más eficaz en términos de conversión de energía y procesamiento de gas de chimenea tras tratamiento térmico de RSU.

Las realizaciones pueden emplear una parrilla móvil que posibilita el movimiento de residuos a través de la cámara de combustión y por tanto permite la combustión completa de los residuos. Adicionalmente, puede utilizarse una fuente de aire primario y una fuente de aire secundario. Puede suministrarse aire primario desde debajo de la parrilla y forzarse a través de la parrilla para, de manera secuencial, secar (desprender agua), desvolatizar (desprender hidrocarburos volátiles), y quemar (oxidar hidrocarburos no volátiles) a lo largo del lecho de residuos. La cantidad de aire primario puede ajustarse para maximizar el quemado de los materiales carbonosos en el lecho de residuos, mientras que se minimiza el exceso de aire. El aire secundario puede suministrarse a través de boquillas situadas encima de la parrilla y usarse para crear un mezclado turbulento que destruye los hidrocarburos que se desprenden del lecho de residuos. La cantidad total de aire (primario y secundario) usada en el sistema puede variar desde aproximadamente el 30% hasta el 100% más que la cantidad de aire requerida para lograr condiciones estequiométricas (es decir, la cantidad mínima de aire para combustionar teóricamente el combustible completamente).

Pueden utilizarse diferentes tecnologías para reducir las emisiones perjudiciales creadas por sistemas de combustión de RSU convencionales. Por ejemplo, pueden usarse controles de combustión y controles de postcombustión. Los controles de combustión limitan la formación de NO<sub>x</sub> durante el proceso de combustión reduciendo la disponibilidad de O<sub>2</sub> dentro de la llama y disminuyendo las temperaturas de zona de combustión; mientras que los controles de postcombustión implican la eliminación de las emisiones de NO<sub>x</sub> producidas durante el proceso de combustión (por ejemplo, sistemas de reducción no catalítica selectiva (SNCR) y sistemas de reducción catalítica selectiva (SCR)).

Según la presente invención, se da a conocer un sistema de combustión gasificación de desperdicios de dos etapas para procesar desperdicios. El sistema comprende un elemento de avance, un primer y segundo gasificador, un primer regulador de gas, y una cámara de postcombustión. Un sistema de dos gasificadores funciona mejor que un sistema de un gasificador porque dos gasificadores proporcionan la oportunidad de controlar de manera más precisa las reacciones: el primer gasificador principalmente seca y gasifica desperdicios, y el segundo se concentra en gasificación y quemado, en el que puede usarse gas de chimenea recirculado (el CO<sub>2</sub> en gas de chimenea ayudará a la conversión de carbono). La cámara de postcombustión puede contener una conexión al primer y segundo gasificador, y un recogedor de cenizas diseñado para recibir cenizas volantes y partículas de gran peso. El recogedor de cenizas puede contener una conexión al segundo gasificador para dirigir las cenizas volantes y las partículas de gran peso al interior del segundo gasificador. El primer regulador de gas puede contener un orificio de entrada para recibir gas, un orificio de salida para emitir gas, válvulas para regular el flujo de gas, y software de control para permitir que el regulador controle la apertura y el cierre de las válvulas que regulan cuánto gas fluye al interior del orificio de entrada y cuánto gas fluye fuera del orificio de salida.

Un sistema y método para combustionar desperdicios que tienen un alto contenido de humedad puede proporcionarse de la siguiente manera. Mientras que determinadas configuraciones del sistema siguiente están destinadas a desperdicios que tienen un alto contenido de humedad (30-60%) en masa, pueden usarse otras configuraciones de este sistema con desperdicios que tienen un bajo contenido de humedad (10-30% en masa). El gas con alta humedad es gas que tiene una concentración de vapor de agua que es superior al 1% en volumen. En determinadas realizaciones, la concentración de vapor de agua en el orificio que se extiende desde el secado puede ser del 5 al 50 por ciento en volumen. En realizaciones que no tienen secador, la concentración de vapor de agua en el orificio que se extiende desde el primer gasificador puede ser del 0 al 15 por ciento en volumen; y del 0 al 15 por ciento en volumen en el orificio que se extiende desde el segundo gasificador (si lo hay). Pueden proporcionarse componentes y arquitectura especialmente diseñados para abordar algunos de los problemas conocidos con la combustión de desperdicios de alta humedad.

Determinadas configuraciones del sistema de combustión de alta humedad pueden comprender un secador o cámara de secado para secar desperdicios de alta humedad antes de que entren en una cámara de combustión. En una configuración de este tipo, puede entregarse aire al secador a través de una tolva de gas bajo la parrilla. El aire puede pasarse a través del secador y entregarse al gasificador como aire secundario para potenciar el mezclado de oxígeno y compuestos volátiles de RSU. El aire secundario también puede inyectarse al interior de una cámara de postcombustión para oxidar gas de síntesis del gasificador. La cámara de combustión puede recibir aire primario de otras fuentes de gas. A través de la utilización de un secador que recircula el gas bajo la parrilla al interior del gasificador, puede infundirse menos aire al interior del sistema, reduciendo la producción de cenizas volantes y reduciendo el consumo de energía. El sistema puede comprender boquillas de aire en ubicaciones y direcciones específicas para aumentar la circulación de aire en la cámara de postcombustión para reducir la producción de monóxido de carbono. En algunas realizaciones, puede inyectarse aire terciario al interior del sistema desde una fuente de gas para reducir la producción de óxido nitroso. En determinadas configuraciones del sistema, el aire

recirculado puede inyectarse en la cámara de combustión o cámara de postcombustión para reducir la cantidad de contenido de carbono no quemado en cenizas del fondo. En algunas configuraciones, el sistema podrá reducir el contenido de humedad de los desperdicios al 20% o menos en masa.

5 Aunque no se muestra en una figura, algunas configuraciones pueden comprender un secador, dos gasificadores, una cámara de postcombustión, un controlador, y/o un regulador. Un sistema de este tipo puede ser útil para gasificar (con una cámara de postcombustión) determinados tipos de desperdicios tales como residuos de alta humedad (por ejemplo, RSU de China o lodos).

10 El sistema descrito anteriormente también puede contener las siguientes características adicionales. El sistema puede comprender una entrada que tiene una abertura formada por un alojamiento exterior para recibir dichos desperdicios. El sistema puede comprender una primera tolva de gas conectada de manera fluida a un primer separador de gas y el primer gasificador. El primer separador de gas puede ser conectable a una fuente de gas para recibir gas externo del sistema. Además, el primer y segundo gasificador pueden comprender una parte superior inclinada para dirigir gas al interior de la cámara de postcombustión. El sistema puede comprender una segunda tolva de gas conectada de manera fluida a un segundo separador de gas y el segundo gasificador.

15 El segundo separador de gas puede ser conectable a una fuente de gas para recibir gas externo del sistema. El recogedor de cenizas de la cámara de postcombustión puede comprender una forma cónica o de ciclón. El primer regulador puede comprender: una fuente de gas que contiene gas comprimido o un dispositivo de movimiento de gas; un sensor para determinar la temperatura de gas de postcombustión u orificios que llevan al interior de la cámara de postcombustión; y un ajustador para ajustar la cantidad de gas que fluye al interior de la cámara de postcombustión.

20 El ajustador también puede permitir que el regulador ajuste el ángulo en el que los orificios expulsan gas al interior de la cámara de postcombustión. El sistema también puede comprender una chimenea conectada a la cámara de postcombustión. La chimenea puede comprender una válvula que puede accionarse para permitir que el gas escape del sistema cuando la válvula está en una primera posición o provocar que el gas recircule en una segunda posición. El sistema también puede comprender un segundo regulador de gas para dirigir gas a través del sistema. El segundo regulador de gas puede contener una conexión con la chimenea para recibir gas recirculado desde la chimenea y un controlador de válvula para controlar la posición de la válvula de chimenea. El segundo regulador de gas también puede comprender una conexión a la fuente de gas para permitir que el segundo regulador de gas reciba gas externo del sistema; una salida de gas conectada al primer regulador de gas para dirigir gas al interior del primer regulador de gas; y una válvula y controlador de válvula para controlar cuánto gas desde la chimenea y la

25 fuente de gas fluye a través de la salida de gas. El primer regulador de gas puede comprender una entrada para recibir gas desde el segundo gasificador y una entrada para recibir gas desde el segundo regulador de gas, y al menos tres orificios de salida para dirigir gas al interior de la cámara de postcombustión. El primer orificio de salida puede conectarse a una parte inferior de una pared lateral de la cámara de postcombustión para dirigir gas horizontalmente en la cámara de postcombustión. El segundo orificio de salida puede conectarse a una parte superior de la pared lateral de la cámara de postcombustión para dirigir gas horizontalmente en la cámara de postcombustión. El tercer orificio de salida puede conectarse a una parte superior de la cámara de postcombustión para dirigir gas hacia abajo al interior de la cámara de postcombustión. El primer regulador de gas puede comprender un ajustador para manipular el ángulo en el que los tres orificios de salida dirigen gas al interior de la cámara de postcombustión.

40 El sistema puede comprender un controlador central que puede contener circuitería o software almacenado en medios legibles por ordenador (tal como RAM o medios ópticos), y un microprocesador para permitir que el controlador regule el flujo de corrientes que contienen oxígeno a través del sistema. Por ejemplo, el software puede provocar que el controlador cambie la velocidad del elemento de avance; controlando el caudal de gas a través de un primer y segundo separador de gas; y controlando el posicionamiento de las válvulas en el primer regulador de gas. El software también puede permitir que el controlador controle diversas funciones de determinados componentes del sistema tales como separadores de gas, separador de gas de chimenea, los reguladores de gas primero y segundo, gasificadores, y el elemento de avance. En algunas realizaciones estos componentes también pueden comprender microprocesadores, memoria, y también sus propios conjuntos de instrucciones. El software del controlador (o los reguladores o ambos) pueden contener uno o más conjuntos de instrucciones para regular y

50 controlar la cantidad de oxígeno en los orificios que entran en los diversos componentes del sistema (tales como el primer gasificador, el segundo gasificador, y la cámara de postcombustión), controlando así la temperatura y velocidad de la gasificación y combustión de los desperdicios y gases, permitiendo que el sistema reduzca la producción de NO u otros productos secundarios indeseables, mientras que también completa la gasificación y combustión del contenido orgánico de los desperdicios antes de que entren en el recogedor de cenizas del fondo.

55 Por ejemplo, una primera instrucción de este conjunto de instrucciones puede provocar que el controlador ordene a un separador de gas que envíe gas que tiene un bajo contenido de oxígeno (tal como el 5%-20% O<sub>2</sub> en peso, preferiblemente el 5%-10%) al primer gasificador a través de un separador de gas. Para ello, el controlador (o separador de gas) puede ordenar a un regulador que envíe gas recirculado a través de un orificio. Para obtener el gas recirculado, el regulador (o controlador) puede provocar que la válvula en la chimenea se abra parcialmente, permitiendo que gas de chimenea entre en el orificio. Una segunda instrucción de este conjunto de instrucciones puede provocar que el controlador ordene a un separador de gas que envíe gas rico en oxígeno (tal como el 20-100% O<sub>2</sub> en peso) al segundo gasificador a través del segundo separador de gas. Para ello, el controlador (o

5 separador de gas) puede ordenar a una fuente de gas que dirija gas al interior de un separador de gas (o un separador de gas puede abrir una válvula que permite que gas desde la fuente de gas entre en el separador de gas por ejemplo). El controlador (o separador de gas) también puede cerrar una válvula conectada a un orificio para evitar el flujo de gas recirculado desde el regulador (o el regulador puede cerrar una válvula apropiada en la chimenea por ejemplo). Una tercera instrucción de este conjunto de instrucciones puede provocar que el controlador ordene a un regulador que monitorice la temperatura de los gases de postcombustión (el regulador también puede monitorizar el contenido de oxígeno de los gases de postcombustión. Alternativamente, el controlador puede estar equipado con un sensor y puede realizar la monitorización directamente). Si la temperatura de los gases de postcombustión se hace superior a un valor predeterminado (tal como 1000°C) (o el contenido de oxígeno de los gases de cámara de postcombustión se hace superior a un valor predeterminado, tal como el 10% en volumen, el regulador puede pedir que el regulador envíe gas recirculado (bajo contenido de oxígeno) a la cámara de postcombustión. Si la temperatura se hace inferior a un valor predeterminado (tal como 800°C) (o el contenido de oxígeno de los gases de cámara de postcombustión se hace inferior a un valor predeterminado, tal como el 1% en volumen, el controlador puede pedir que gas rico en oxígeno desde una fuente de gas se envíe a través del orificio a través de los reguladores al interior de la cámara de postcombustión. (Alternativamente, si los reguladores comprenden su propia fuente de gas, el regulador puede usar esta fuente de gas para proporcionar el gas rico en oxígeno). Adicionalmente, el controlador también puede monitorizar la temperatura o el contenido en oxígeno del gas en diversas ubicaciones de la cámara de postcombustión. Si una determinada sección de la cámara de postcombustión tiene gas a una temperatura demasiado alta o demasiado baja (o un porcentaje de oxígeno demasiado alto o demasiado bajo), un regulador puede dirigir gas a través de un orificio particular para ajustar la temperatura (o contenido de oxígeno) de gas en esa sección de la cámara de postcombustión. En algunas realizaciones, un regulador también puede ajustar el ángulo que hacen los orificios con la cámara de postcombustión para aumentar la capacidad del regulador para controlar la temperatura (o contenido de oxígeno) de gases de postcombustión. Además, el controlador central puede controlar la velocidad de avance de los desperdicios a través del elemento de avance de desperdicios.

Además de las anteriores realizaciones y sus variantes, se da a conocer un método para regular gas y hacer avanzar desperdicios a través de un sistema de combustión gasificación de desperdicios de dos etapas. El método según la presente invención comprende las etapas de: hacer avanzar los desperdicios al interior de un primer gasificador; procesar los desperdicios en el primer gasificador para generar compuestos volátiles en el primer gasificador dirigiendo el gas a través de los desperdicios; dirigir el gas y los compuestos volátiles al interior de una cámara de postcombustión; combustionar la mezcla de gas y compuestos volátiles en la cámara de postcombustión; hacer avanzar los desperdicios al interior de un segundo gasificador; procesar los desperdicios en el segundo gasificador; dirigir gas desde el segundo gasificador a un primer regulador de gas; y dirigir gas desde el primer regulador de gas al interior de la cámara de postcombustión combustionando el gas de postcombustión, produciendo así calor y gas de combustión, y dirigir gas que tiene un bajo contenido de oxígeno del 5% al 20% O<sub>2</sub> al primer gasificador y gas rico en oxígeno del 20%-100% de O<sub>2</sub> al segundo gasificador.

El método anterior puede comprender etapas adicionales o algunas de las etapas pueden tener características adicionales. Por ejemplo, el método anterior puede comprender la etapa de recibir desperdicios en una entrada; hacer avanzar los desperdicios desde la entrada hasta el primer gasificador usando un elemento de avance; recibir gas en un primer separador de gas; dirigir el gas desde el primer separador de gas a través de una primera tolva de gas hasta el primer gasificador; recibir gas en un segundo separador de gas; y dirigir el gas desde el segundo separador de gas a través de una segunda tolva de gas hasta el segundo gasificador. El método también puede comprender la etapa de recoger cenizas volantes y partículas residuales con un recogedor de cenizas y dirigir las cenizas volantes y partículas residuales al interior del segundo gasificador. Además, la etapa de procesar los desperdicios en el segundo gasificador puede transformar los desperdicios en cenizas de fondo, calor, y gas. El método puede incorporar hacer avanzar las cenizas de fondo a lo largo del elemento de avance al interior de un recogedor de cenizas de fondo y dirigir el calor y el gas al interior de un primer regulador de gas. En una configuración adicional, el método puede requerir las etapas de recibir gas en un primer regulador de gas desde el segundo gasificador; recibir gas en el primer regulador de gas desde un segundo regulador de gas; y controlar la recepción de gas desde el segundo gasificador y el segundo regulador de gas ajustando una o más válvulas internas. El método también puede implicar: dirigir el gas de combustión al interior de una chimenea; controlar un controlador de válvula para dirigir una válvula para permitir que el gas de combustión escape del sistema o recircular el gas de vuelta al sistema; recibir gas desde la chimenea y gas desde la fuente de gas en un segundo regulador de gas; manipular una válvula que controla cuánto gas desde la chimenea y desde la fuente de gas fluye a través de un orificio de salida; o dirigir gas al interior del primer regulador de gas abriendo una válvula en el orificio de salida del segundo regulador de gas.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 es una vista delantera de una realización de la presente invención en la que los gasificadores contienen orificios de puerta.

La figura 2 es una vista delantera de una realización de la presente invención que ilustra el flujo de gas a través del

sistema.

La figura 3 es una vista delantera de una realización de la presente invención en la que los gasificadores contienen ventiladores de campana para ventilación y no orificios de puerta.

La figura 4 es una vista delantera de una realización de la presente invención que tiene un regulador.

- 5 La figura 5 es una vista delantera de un ejemplo en el que el sistema comprende un secador y una cámara de combustión.

La figura 6 es una vista delantera de una realización de la presente invención en la que el sistema comprende un secador, un gasificador y una cámara de combustión.

#### Descripción detallada

- 10 La figura 1 ilustra una realización de la presente invención. El sistema de combustión-gasificación (indicado ampliamente como elemento 50) comprende una entrada 101 para recibir desperdicios 1, un primer gasificador 102, un segundo gasificador 103 y una cámara 104 de postcombustión. Pueden situarse desperdicios 1, basura o residuos en el interior de la entrada 101 a través de un conducto 100 de entrada que contiene un alojamiento exterior. La entrada 101 puede comprender una abertura formada por un alojamiento exterior para recibir los  
 15 desperdicios. El procesamiento de los desperdicios 1 empieza normalmente en el primer gasificador 102. El procesamiento puede incluir una o más de las siguientes funciones: secado, desvolatilización, gasificación o combustión. En algunas realizaciones, puede añadirse aceite u otras sustancias inflamables a los desperdicios 1 para facilitar la combustión.

- Una vez en el interior de la entrada 101, los desperdicios 1 pueden hacerse avanzar a través del sistema 50 mediante un elemento 700 de avance de desperdicios. El elemento 700 de avance de desperdicios puede tomar forma de un pistón 300 hidráulico y una parrilla 701 tal como se muestra en la figura 1, o puede usarse un elemento de avance de avance automático. En otras realizaciones, el elemento 700 de avance puede tomar forma de un elemento de avance de tipo sacacorchos o un cargador mecánico por ejemplo. Además, puede usarse gravedad o magnetismo para hacer avanzar los desperdicios 1. El elemento 700 de avance de desperdicios puede extenderse a través del primer gasificador 102, el segundo gasificador 103 y al interior del recogedor 107 de cenizas de fondo. El elemento 700 de avance de desperdicios puede colocarse en un ángulo hacia abajo para facilitar el movimiento de los desperdicios hacia delante a través de los gasificadores 102, 103 primero y segundo en los que se procesarán los desperdicios. En realizaciones preferidas, los desperdicios 1 se habrán procesado completamente o casi completamente para cuando los desperdicios 1 alcancen el recogedor 107 de cenizas de fondo.

- 30 Hay varios orificios, tuberías, o conductos que se extienden hasta y desde los gasificadores. Estos orificios (600-615) transportan diversos gases y partículas a lo largo de todo el sistema 50. En algunas realizaciones, pueden usarse conectores (600'- 615' y 600"- 615") para conectar los orificios 600-615 a diversos componentes del sistema (tales como el primer gasificador 102 o la cámara 104 de postcombustión).

- El primer gasificador 102 tiene un primer orificio 600 de gas de gasificador y conector 600' de gas y tolvas 610 de gas y conectores 610' de tolva de gas. En algunas realizaciones, cada gasificador puede contener tan sólo 1 tolva de gas o hasta 10 o más tolvas de gas, prefiriéndose 3 ó 4 tolvas de gas. El orificio 600 de gas está diseñado para recibir gases volátiles que se liberan cuando se gasifican los desperdicios 1. Moléculas tales como nitrógeno diatómico, metano, hidrógeno diatómico, dióxido de carbono, monóxido de carbono, vapor de agua, diversos otros compuestos metálicos y no metálicos pueden liberarse dependiendo de la composición de los desperdicios 1. El gas en el orificio 600 se denomina comúnmente gas sintético, "gas de síntesis", ya que es un gas que comprende monóxido de carbono e hidrógeno que se produce durante la gasificación de los desperdicios.

- Las tolvas 610 de gas proporcionan gas desde la fuente 501 de gas hasta el primer gasificador 102 para controlar la gasificación o velocidad de quemado de los desperdicios 1. En algunas realizaciones, este gas puede tomar forma de aire atmosférico, pero pueden usarse otros gases tales como O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y vapor de agua solos o en combinación unos con otros u otros gases. Las válvulas 408 y 409 pueden regular cuánto gas va hacia el interior de cada tolva 610 y 611. Los separadores 406 y 407 de gas reciben el gas de los orificios 603 y 602 de gas. El regulador 401, en algunas realizaciones, puede regular la temperatura, composición y humedad del gas. Un separador 401 de gas adicional puede regular el caudal del gas a través de los orificios 602 y 603 de gas. La fuente 501 de gas puede contener gas a presión o puede ser una máquina de suministro de gas tal como un ventilador por ejemplo. La fuente 501 de gas puede recibir el gas de un suministro no mostrado o puede hacer circular gas atmosférico al interior del orificio 604 de gas. Uno o más de los reguladores (403 y 400) puede contener una entrada de aire que permite que los reguladores inserten gas desde un suministro de gas o gas atmosférico que va a entrar al interior del sistema 50. Todo el conjunto de fuente de gas se indica ampliamente como elemento 1000.

En la realización de la figura 1, cuando los desperdicios alcanzan el final del primer gasificador 102, el orificio 200 de puerta de primer gasificador se abrirá, permitiendo que los desperdicios salgan del primer gasificador 102 y entren en el segundo gasificador 103. Tal como se muestra, el segundo gasificador también está conectado a una serie de tolvas 611 de gas y conectores 611' de tolva de gas. Además, el segundo gasificador está conectado a un orificio 601 de ceniza y un orificio 605 de gas de segundo gasificador. Puede entrar ceniza de la cámara 104 de postcombustión en el segundo gasificador a través del orificio 601 de ceniza que contiene los conectores 601" y 601'. El gas que contiene oxígeno puede abandonar el segundo gasificador a través del orificio 605 de gas de segundo gasificador que puede estar unido al segundo gasificador 103 por medio de un orificio 605' de gas. Después de un periodo de tiempo, los desperdicios 1 saldrán del gasificador a través del orificio 202 de puerta de segundo gasificador en el que los desperdicios se transportarán hasta el recogedor 107 de cenizas de fondo. La figura 3 muestra una realización alternativa del sistema 50, en la que los gasificadores no contienen orificios 200 y 202 de puerta. Con el fin de ayudar a dirigir el gas hacia arriba al interior de la cámara de postcombustión, los gasificadores pueden utilizar partes 102' y 103' superiores inclinadas que pueden funcionar junto con ventiladores 800 y 801 de campana para ventilación opcionales. (El primer y segundo gasificador también puede comprender caras tales como una pared lateral, pared frontal, pared trasera y una parte de fondo). La parte superior de los gasificadores puede estar parcialmente inclinada de modo que se forma una parte 102" y 103" superior, o las partes 102' y 103' superiores inclinadas pueden conectarse directamente (no mostrado). Los ventiladores 800 y 801 de campana para ventilación pueden aspirar gas de los gasificadores 102 y 103 y dirigir el gas al interior de los orificios 600 y 605. Aunque no se muestra en la figura 1, la realización mostrada en la figura 1 puede construirse opcionalmente con ventiladores de campana para ventilación para ayudar a transferir el gas desde los gasificadores al interior de la cámara 104 de postcombustión.

Volviendo a la figura 1, el recogedor 107 de cenizas de fondo es responsable de recoger cualquier material que todavía está en el elemento 700 de avance. Estos materiales pueden incluir cualquier material que no se gasificó o comburió en los gasificadores primero y segundo. El recogedor 107 de cenizas de fondo puede contener un depósito 108 que almacena los materiales recogidos. En algunas realizaciones, el depósito 108 puede ser solidario con el recogedor 107 de cenizas de fondo o en otras realizaciones, tal como se muestra, el depósito 108 puede ser una pieza independiente conectada por medio de un orificio 612 de recogedor de cenizas y conector 612'.

La cámara 104 de postcombustión puede recibir compuestos volátiles y gas de síntesis del primer gasificador 102 a través del orificio 600 de primer gasificador. La cámara 104 de postcombustión puede mezclar estos compuestos volátiles con gas que contiene oxígeno procedente del orificio 609 superior y orificios 607 y 608 laterales. El gas que entra en la cámara 104 de postcombustión desde el primer gasificador 102 puede estar a una temperatura muy alta que puede aumentar la formación de óxido nitroso "NOx" cuando se comburió. Controlando la mezcla de diversos gases en la cámara de postcombustión, el primer regulador 400 de gas puede hacer descender la temperatura de la combustión, creando de ese modo menos NOx. Reducir la producción de NOx es deseable ya que el NOx es altamente tóxico y puede dañar potencialmente la salud humana. El regulador 400 de gas puede regular cuánto gas fluye al interior de los orificios 608, 609 y 607 y cuanto flujo de gas fluye desde los orificios 605 y 615, controlando diversas válvulas internas. Estructuralmente, la cámara 104 de postcombustión puede comprender una forma sustancialmente rectangular tal como un prisma rectangular o puede comprender una forma más cilíndrica. La cámara de postcombustión puede comprender seis o más caras: tales como una pared lateral, una pared frontal, una pared trasera, una parte de fondo y una parte superior. Uno o más orificios de salida del primer regulador de gas pueden unirse a una de estas caras. En la realización mostrada en la figura 3, el orificio 608 de salida se une a una parte inferior de la pared lateral de la cámara 104 de combustión, el orificio 607 de salida se une a una parte superior de la pared lateral de la cámara 104 de combustión, y el orificio 609 de salida se une a una parte superior de la cámara 104 de postcombustión.

Los reguladores 400 y 403 de gas pueden comprender un microprocesador y software de control que posibilita que los reguladores controlen la apertura y el cierre de las válvulas internas. En algunas realizaciones, es posible que el regulador pueda abrir y cerrar parcialmente las válvulas. Los reguladores 400 y 403 de gas pueden comprender una fuente de gas similar a la fuente 501 de gas, que puede incluir gas comprimido o un dispositivo de movimiento de gas tal como un ventilador. Esta fuente de gas puede ser una fuente de aire, vapor de agua, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, y otros gases. Los reguladores 400 y 403 pueden tener un sensor que puede determinar la temperatura de gas en la cámara 104 de postcombustión, orificios 605, 615 y 600. El regulador 400 puede contener un ajustador para ajustar la cantidad de gas que fluye al interior de la cámara 104 de postcombustión, y puede ajustar el ángulo en el que los orificios expulsan gas al interior de la cámara de postcombustión. Por ejemplo, cualquiera de los orificios puede estar equipado con una boquilla ajustable que puede afectar a la dirección del flujo de gas.

El controlador 402 central puede contener software almacenado en medios legibles por ordenador (tales como RAM o medios ópticos) y un microprocesador para permitir que el controlador regule el flujo de corrientes que contienen oxígeno a través del sistema. El software puede permitir que el controlador 402 controle diversas funciones de determinados componentes del sistema tales como los separadores 401, 406 y 407 de gas, el separador 405 de gas de chimenea, el primer y segundo reguladores 400 y 403 de gas, los gasificadores 102 y 103 y el elemento 700 de avance. En algunas realizaciones estos componentes también pueden comprender microprocesadores, memoria y sus propios conjuntos de instrucciones. El software del controlador (o los reguladores o ambos) puede contener uno

o más conjuntos de instrucciones para regular y controlar la cantidad de oxígeno en los orificios que entra en los diversos componentes del sistema (tales como el primer gasificador 102, el segundo gasificador 103 y la cámara 104 de postcombustión) controlando así la temperatura y la velocidad de la gasificación y combustión de los desperdicios y gases, permitiendo que el sistema reduzca la producción de NO<sub>x</sub> u otros subproductos no deseados, al tiempo que también se completa la gasificación y combustión del contenido orgánico de los desperdicios antes de que entren en el recogedor 107 de cenizas de fondo. Por ejemplo, una primera instrucción de este conjunto de instrucciones puede provocar que el controlador 402 le indique al separador 401 de gas que envíe gas que tiene un bajo contenido en oxígeno (tal como el 5%-20% de O<sub>2</sub> en peso, preferiblemente el 5%-10%) al primer gasificador a través del separador 406 de gas. Para hacer esto, el controlador 402 (o el separador 401 de gas) puede indicarle al regulador 403 que envíe gas recirculado a través del orificio 606A. Para obtener el gas recirculado, el regulador 403 (o el controlador 402) puede hacer que la válvula 405 en la chimenea 109 se abra parcialmente permitiendo que entre gas de chimenea en el orificio 614. Una segunda instrucción de este conjunto de instrucciones puede provocar que el controlador 402 le indique al separador 401 de gas que envíe gas rico en oxígeno (tal como el 20-100% de O<sub>2</sub> en peso) al segundo gasificador 103 a través del segundo separador 407 de gas. Para hacer esto, el controlador 402 (o el separador 401 de gas) puede indicarle a la fuente 501 de gas que dirija gas al interior del separador 401 de gas (o el separador 401 de gas puede abrir una válvula que permite que entre gas de la fuente 501 de gas en el separador 401 de gas, por ejemplo). El controlador 402 (o el separador 401 de gas) también puede cerrar una válvula conectada al orificio 606A para impedir el flujo de gas recirculado del regulador 403 (o el regulador 403 puede cerrar una válvula apropiada en la chimenea 109, por ejemplo). Una tercera instrucción de este conjunto de instrucciones puede hacer que el controlador 402 le indique al regulador 400 que monitorice la temperatura de los gases en la cámara 104 de postcombustión (el regulador 400 también puede monitorizar el contenido en oxígeno de los gases en la cámara 104 de postcombustión. Alternativamente, el controlador 402 puede estar dotado de un sensor y puede realizar la monitorización directamente). Si la temperatura de los gases en la cámara 104 de postcombustión se vuelve superior a un valor predeterminado (tal como 1000°C) (o el contenido en oxígeno de los gases de postcombustión se vuelve superior a un valor predeterminado, tal como el 10% en volumen), el regulador 400 puede solicitar al regulador 403 que envíe gas recirculado (con bajo contenido en oxígeno) a la cámara 104 de postcombustión. Si la temperatura se vuelve inferior a un valor predeterminado (tal como 800°C) (o el contenido en oxígeno de los gases de postcombustión se vuelve inferior a un valor predeterminado, tal como el 1% en volumen), el controlador 402 puede solicitar que se dirija gas rico en oxígeno de la fuente 501 de gas a través del orificio 606A a través de los reguladores 403 y 400 al interior de la cámara de postcombustión. (Alternativamente si los reguladores 400 ó 403 comprenden su propia fuente de gas, el regulador puede usar esta fuente de gas para proporcionar el gas rico en oxígeno). Además, el controlador 402 también puede monitorizar la temperatura o el contenido en oxígeno del gas en diversas ubicaciones de la cámara 104 de postcombustión. Si una determinada sección de la cámara 104 de postcombustión tiene gas con una temperatura demasiado alta o demasiado baja (o un porcentaje de oxígeno demasiado alto o demasiado bajo), el regulador 400 puede dirigir gas a través de un orificio 607, 608 ó 609 particular para ajustar la temperatura (o el contenido en oxígeno) del gas en esa sección de la cámara de postcombustión. En algunas realizaciones, es posible que el regulador 400 también pueda ajustar el ángulo que forman los orificios 607, 608 y 609 con la cámara 104 de postcombustión para aumentar la capacidad del regulador para controlar la temperatura (o el contenido en oxígeno) de gases en la cámara de postcombustión. Además, es posible que el controlador 402 central pueda controlar la velocidad de avance de los desperdicios 1 a través del elemento 700 de avance de desperdicios.

En algunas realizaciones, puede unirse un recogedor 105 de cenizas al fondo de la cámara 104 de postcombustión. El recogedor 105 de cenizas puede usarse para recoger cenizas volantes o partículas de gran peso que se crean durante la gasificación o combustión. El recogedor 105 de cenizas puede verse ayudado por el flujo descendente de aire desde el orificio 609 de gas superior. El flujo de gas descendente puede provocar que las cenizas volantes u otras partículas de gran peso desciendan a través de la cámara 104 de postcombustión al interior del recogedor 105 de cenizas. El recogedor 105 de cenizas puede tener forma de cono o forma de ciclón. El recogedor de cenizas puede estar diseñado para recoger las cenizas volantes y otras partículas en el centro del recogedor 105 y hacer que fluyan hacia abajo, o formen escorias sobre las paredes del recogedor 105 y fluyan hacia abajo. El recogedor 105 de cenizas puede estar conectado al segundo gasificador 103 a través de un orificio 601 de segundo gasificador y puede tener conectores 601" y 601'.

La cámara 104 de postcombustión también puede incluir una chimenea 109 que permite que el gas abandone la cámara 104 de postcombustión a través de un orificio 617 de escape de chimenea. Alternativamente, puede redirigirse el gas a través del sistema 50 a través del regulador 403 de retorno de gas de chimenea, que puede enviar el gas al regulador 400 o a la fuente 501 de gas. Además, la chimenea 109 puede tener una válvula 405 y un controlador de válvula que controla la distribución de flujo de gas entre los orificios 617 y 614. La válvula 405 puede controlarse mediante un controlador servomagnético u otro controlador mecánico, hidráulico, magnético o eléctrico que hace que la válvula se abra y se cierre. En algunas realizaciones la válvula 405 puede abrirse o cerrarse parcialmente. La válvula puede hacerse funcionar para permitir que todo el gas que sale de la cámara 104 de postcombustión escape del sistema, o para recircular parte del gas al regulador 403. Tal como se muestra, el orificio 615 transfiere gas al regulador 400, el orificio 606A transfiere gas del separador 401 de gas al regulador 403, y el orificio 606B transfiere gas del regulador 403 al separador 401 de gas. Cada orificio 614, 615 y 606 también puede tener sus propios conectores 614', 615', 615", 606A', 606B', 606A"y 606B". Los reguladores 400 y 403 también



pueden poder abrir y cerrar válvulas opcionales en estos orificios. El regulador 403 de gas de chimenea también puede estar conectado con el controlador 402 y el regulador 400. El regulador 403 de gas puede comprender un controlador para controlar la posición de la válvula de chimenea, para regular cuánto gas de la chimenea y la fuente de gas fluye a través del orificio 615 de gas. Tal como se muestra en la figura 4, un regulador 401 puede realizar las funciones de los reguladores 403 y 400.

Tal como se muestra en el ejemplo de la figura 5, residuo con alto contenido en humedad puede entrar en el sistema a través de un conducto 100 de entrada en el que se suministra a un secador 112 mediante un pistón 300. Mientras están en la parrilla 701 y encerrados por el secador 112, los desperdicios pueden secarse mediante gas bajo la parrilla suministrado por una tolva 410 de gas. El propio secador puede ser una cámara revestida de material refractario que puede contener o no cascadas internas (usadas para refrigeración). El gas bajo la parrilla puede precalentarse hasta 230°C mediante una fuente 501 de gas o se calienta mediante una reacción de combustión previa. Un ventilador 800 de succión superior puede aspirar gas fuera del secador 112 y suministrarlo a través del orificio 600 al regulador 400. Este gas puede suministrarse a una cámara 104' de combustión a través de varios de orificios 605, 606 y 607, o puede suministrarse al regulador 403. El regulador 403 puede aceptar gas del regulador 400 y también de la fuente 501 de gas.

En algunas realizaciones (véase la figura 6), el sistema puede comprender múltiples fuentes de gas o (tal como se muestra en la figura 5), el sistema puede tener un orificio que se extiende desde una única fuente de gas hasta múltiples ubicaciones.

El gas suministrado al secador 112 puede ser uniforme, o no, porque el gas (aire) debe distribuirse de manera razonable según diferentes condiciones. En el ejemplo de la figura 5, no se suministra nada de gas de cabeza a los desperdicios porque no hay necesidad de tener una fuerte turbulencia para el procedimiento de secado.

En algunas configuraciones, la tolva 406 de gas suministrará más gas al secador 112, que el que retirará el ventilador 800 de succión. Esto puede crear presión en el secador 112. En algunos casos, la presión de aire adicional puede ser deseable para impedir que entren llamas en la zona de secado desde la zona de combustión. En el ejemplo de la figura 5, puede haber una abertura entre el secador 112 y la cámara 104' de combustión. El tamaño de esta abertura se fija para permitir suficiente radiación para secar los desperdicios pero no para iniciar la combustión.

De manera similar para la figura 6, puede existir una abertura entre el secador 112 y un gasificador 113.

El controlador 402 puede contener una herramienta de monitorización del calor que puede realizarse como circuitería o software para hacer que el controlador 402 (ayudado por uno o más sensores en el gasificador 113 y/o la cámara 104 de postcombustión) monitorice el calor y/o flujo de calor en la cámara 104 de postcombustión o el gasificador 113. Si el calor se vuelve demasiado alto, los desperdicios en el secador 112 pueden comenzar a combustionarse. El secador tiene un intervalo de funcionamiento de temperatura normal de 100~300°C, y añadir calor en exceso al secador puede provocar la volatilización de los desperdicios en el secador. La formación de compuestos volátiles en el secador y el orificio 600 puede dañar el sistema y/o el ventilador 800. Para ayudar a controlar la formación de estos compuestos volátiles, el software o la circuitería en el controlador 402 puede reducir la llama en la cámara de postcombustión usando un controlador de llama. El software o la circuitería también pueden monitorizar cuánto vapor de agua (del flujo de gas de secador) está transportándose a la cámara de postcombustión a través del controlador 400 y los orificios 606-607. Si el vapor de agua está humedeciendo demasiado las llamas dentro de la cámara de postcombustión (extinguendo el fuego), el controlador 402 o el regulador 400 pueden cambiar la razón de gas con respecto a vapor de agua que está transportándose al interior de la cámara 104 de postcombustión. Al hacer descender la cantidad de vapor de agua procedente del secador 112 (a través del orificio 600) el regulador 400 puede controlar cuánto vapor de agua entra en la cámara 104 de postcombustión. Por ejemplo, si hay demasiado vapor de agua en la cámara 104 de postcombustión, el regulador 400 (o el controlador 402) puede reducir el caudal de gas del gas bajo la parrilla que surge de la fuente (501/502) de gas, y/o limitar las válvulas en los orificios 600 para ralentizar la cantidad de gas que entra en la cámara de postcombustión desde el secador. Alternativamente, el regulador 400 puede aumentar la cantidad de gas que entra desde la fuente (501/502) de gas para aumentar la cantidad de gas con bajo contenido en vapor de agua.

En la figura 6, el regulador 400 puede dirigir gas que tiene altas cantidades de vapor de agua al interior de la cámara 104 de postcombustión a través de los orificios 616. Además, el regulador 400 también puede dirigir gas al interior del gasificador 113 a través del orificio 617.

En realizaciones que presentan un secador 112, una vez que los desperdicios han pasado a través del secador 112, los desperdicios pueden gasificarse (figura 6) o, no según la invención, combustionarse (figura 5). El gasificador 113 o la cámara 104' de combustión puede ser una cámara revestida de material refractario (uno que tiene un alto punto de fusión) o pueden usarse cascadas. Al contrario que el secador 112, la temperatura en el gasificador 113 y la cámara 104' de combustión será superior, de 600 a 1200°C. La tolva 611 de gas puede dirigir aire al interior de la

cámara 104' de combustión o el gasificador 113.

En algunas realizaciones, la tolva 611 de gas puede dirigir más oxígeno del necesario al interior de la cámara 104' de combustión para reducir la cantidad de circulación de gas necesaria para completar la combustión. En realizaciones que presentan un gasificador 113, la tolva 611 de gas puede dirigir menos oxígeno del necesario para el quemado completo de modo que puede formarse gas de síntesis y dirigirse al interior de la cámara 104 de postcombustión.

En las figuras 5 y 6, las cenizas de fondo pueden recogerse con un recogedor 107 de cenizas de fondo.

La cámara de postcombustión de las figuras 1, 3, 4 y 6 y la cámara de combustión de la figura 5 presentan todas uno o más flujos de gas para añadir aire a la cámara de postcombustión o la cámara de combustión respectivamente. El gas que llega directamente desde la fuente 501 de gas al fondo de la cámara 104 de postcombustión o la cámara 104' de combustión se denomina flujo de gas primario. De manera similar, el gas bajo la parrilla (gas bajo el fuego) procedente de las tolvas 610 y 611 de gas es flujo de gas primario. El gas que llega a través del orificio 600, la fuente 502 de gas, un gasificador o el secador 112 es flujo de gas secundario. El gas que se alimenta a la parte superior de la cámara 104 de postcombustión o la cámara 104' de combustión se denomina flujo de gas terciario. El gas de la fuente (501 y/o 502) de gas, el secador y/o el gasificador 102/113 puede dirigirse al interior de la cámara de postcombustión o la cámara de combustión en diversas ubicaciones y ángulos para controlar y distribuir el flujo de gas dentro de la cámara 104 de postcombustión o la cámara 104' de combustión. Dos boquillas pueden estar unidas a una pared delantera de la cámara 104 de postcombustión o la cámara 104' de combustión, y dos boquillas pueden estar unidas a una pared trasera de la cámara 104 de postcombustión o la cámara 104' de combustión. Si las boquillas se colocan de modo que están verticalmente desviadas una de otra, las fuerzas combinadas de los gases que se dirigen por las boquillas pueden provocar que el gas dentro de la cámara 104 de postcombustión o la cámara 104' de combustión forme remolinos. Es decir, las boquillas pueden crear un remolino o acción de remolinos de gas de los gases dentro de la cámara 104 de postcombustión o la cámara 104' de combustión. En el ejemplo de la figura 5, por ejemplo, el regulador 403 y el conjunto de boquillas y orificios (604 y 608) forman un flujo de gas terciario, y estas boquillas y orificios también pueden estar desviados para formar un remolino de gas.

Por tanto, algunas realizaciones de la invención pueden presentar dos remolinos de gas, uno procedente del flujo de gas secundario (en el fondo de la cámara 104 de postcombustión), y uno en el flujo de gas terciario (en la parte superior de la cámara 104 de postcombustión). Determinadas configuraciones del sistema dado a conocer pueden reducir satisfactoriamente cenizas volantes en comparación con un sistema equivalente que no usa un secador.

La figura 2 ilustra un flujo de procedimiento del gas a través del sistema 50. Aunque se marcan de manera secuencial, muchas de las siguientes etapas pueden realizarse en un orden diferente o pueden realizarse de manera simultánea con otra etapa. En la etapa 1, entra gas en el sistema a través de la fuente 501 de gas en la que pasa a través del orificio 604 de gas que está conectado mediante los conectores 604' y 604" al separador 401 de gas. En la etapa 2, el separador 401 de gas puede separar o distribuir el gas a los separadores 406 y 407 de gas. Tal como se muestra en la etapa 13, el separador 401 de gas también puede recibir gas del regulador 403, y puede enviar gas al regulador 403 tal como se muestra en la etapa 12. Es posible que los reguladores 403 y 400 o el controlador 402 puedan modificar cómo se separa el gas entre los separadores de gas. En la etapa 3, las válvulas 408 y 409 pueden modificar cuánto gas entra en las tolvas 610 y 611 de gas. Las válvulas 408 y 409 pueden controlarse mediante los separadores de gas o mediante cualquiera de los reguladores o controladores. En la etapa 4, una vez dentro del primer gasificador 102, el gas se mezcla con el gas en el primer gasificador. Además, el gas gasifica los desperdicios, produciendo así un gas que fluye a través del orificio 600 de gasificación. En la etapa 5, gases de las tolvas 611 de gas fluyen al interior del segundo gasificador en el que gasifican y combustionan los desperdicios en el segundo gasificador 103. Los gases resultantes fluyen hacia arriba a través del orificio 605 del segundo gasificador. En la etapa 6, ceniza del recogedor 105 de cenizas puede fluir a través del orificio 601 al interior del segundo gasificador 103. En la etapa 7, gas en el orificio 605 de gas del segundo gasificador puede mezclarse con gas nuevo de la fuente de gas del regulador 400. El regulador 400 puede contener su propio gas o tener acceso a gas externo al sistema 50. En la etapa 8, la fuente de gas también puede recibir gas de chimenea recirculado del orificio 615. En la etapa 9, la fuente de gas puede enviar gas a través del orificio 606 de gas por el que entra en el regulador 403. El regulador 400 puede seleccionar cuánto gas enviar a los orificios 607, 608 y 609 de gas superior o laterales. Los orificios 609 de gas superior y 607, 608 laterales envían gas a la cámara 104 de postcombustión. En la etapa 10, se libera gas a través del orificio 613 de chimenea al interior de la chimenea 109, y las partículas de más peso se sedimentan en el recogedor 105 de cenizas. La chimenea puede controlarse a través de una válvula 405 que también puede controlarse mediante cualquiera de los reguladores o controladores. La válvula 405 o bien permite que el gas de chimenea escape a través del escape 617 de gas de chimenea y/o bien puede dirigir el gas de chimenea a través del orificio 614 de retorno de gas de chimenea, en la etapa 11. El regulador 403 de retorno de gas de chimenea puede enviar gas o bien al regulador 400 o bien a la fuente 501 de gas a través de orificios 615 (etapa 8) o 606B (etapa 13) de gas.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema (50) de combustión gasificación de desperdicios de dos etapas para procesar desperdicios (1), comprendiendo dicho sistema: un elemento (700) de avance, un primer gasificador (102) y un segundo gasificador (103), un primer regulador (400) de gas, y una cámara (104) de postcombustión:
- 5 a. extendiéndose dicho elemento (700) de avance desde el primer gasificador (102) hasta el segundo gasificador (103) para mover los desperdicios (1) desde el primer gasificador (102) hasta el segundo gasificador (103);
- b. comprendiendo dicha cámara (104) de postcombustión una conexión al primer y segundo gasificador (103);
- 10 c. comprendiendo dicho primer regulador (400) de gas: un orificio (605') de entrada para recibir gas desde el segundo gasificador (103), un orificio (615') de salida para emitir gas a un separador (401) de gas, válvulas para regular el flujo de gas en el sistema, y software de control para permitir que el regulador controle la apertura y el cierre de las válvulas que regulan cuánto gas fluye al interior del orificio (605') de entrada y cuánto gas fluye fuera del orificio (615') de salida y
- d. en el que el separador (401) de gas está adaptado para dirigir gas que tiene un bajo contenido de oxígeno del 5% - 20% de O<sub>2</sub> al primer gasificador (102) y gas rico en oxígeno del 20% - 100% de O<sub>2</sub> al segundo gasificador (103).
- 15 2. Sistema según la reivindicación 1, en el que el primer regulador (400) de gas comprende una pluralidad de orificios de entrada y salida que incluye:
- a. un primer orificio (605') de entrada para recibir gas desde el segundo gasificador (103);
- b. un segundo orificio (615') de entrada para recibir gas desde un segundo regulador (403) de gas;
- 20 c. un primer orificio (608') de salida conectado a una parte inferior de una pared lateral de la cámara (104) de postcombustión para dirigir gas horizontalmente al interior de la cámara (104) de postcombustión;
- d. un segundo orificio (607') de salida conectado a una parte superior de la pared lateral de la cámara (104) de postcombustión para dirigir gas horizontalmente al interior de la cámara (104) de postcombustión, y
- e. un tercer orificio (609') de salida conectado a una parte superior de la cámara (104) de postcombustión para dirigir gas hacia abajo al interior de la cámara (104) de postcombustión.
- 25 3. Cámara (104) de postcombustión según la reivindicación 1, que comprende un recogedor (105) de cenizas diseñado para recibir cenizas volantes y partículas de gran peso; comprendiendo dicho recogedor de cenizas una conexión al segundo gasificador (103) para dirigir las cenizas volantes y partículas de gran peso al interior del segundo gasificador (103).
4. Sistema según la reivindicación 1, en el que el primer regulador (400) de gas comprende:
- 30 a. una conexión (606A) a una fuente (501) de gas que contiene gas comprimido o un dispositivo de movimiento de gas;
- b. un sensor para determinar la temperatura de gas o contenido de oxígeno de gas en la cámara (104) de postcombustión o en orificios que llevan al interior de la cámara (104) de postcombustión; y
- 35 c. un ajustador para ajustar la cantidad de gas que fluye al interior de la cámara (104) de postcombustión, permitiendo también dicho ajustador que el regulador ajuste el ángulo en el que los orificios expulsan gas al interior de la cámara (104) de postcombustión.
5. Sistema según la reivindicación 1, en el que el sistema comprende:
- 40 a. una primera tolva (610) de gas conectada de manera fluida a un primer separador (401) de gas y el primer gasificador (102), siendo dicho primer separador (401) de gas conectable a una fuente (501) de gas para recibir gas externo del sistema;
- b. comprendiendo dicho primer gasificador (102) una parte superior inclinada para dirigir gas al interior de la cámara (104) de postcombustión;
- c. una chimenea (109) conectada a la cámara (104) de postcombustión, comprendiendo dicha chimenea (109) una

válvula de chimenea que puede accionarse para permitir que el gas escape del sistema cuando la válvula está en una primera posición o provocar que al menos algo del gas recircule cuando está en una segunda posición;

d. un segundo regulador (403) de gas para dirigir gas a través del sistema, comprendiendo dicho segundo regulador (403) de gas:

5 i. una conexión con la chimenea (109) para recibir gas recirculado desde la chimenea (109);

ii. un controlador para controlar la posición de la válvula de chimenea;

iii. una conexión a la fuente (501) de gas para permitir que el segundo regulador (403) de gas reciba gas externo del sistema;

10 iv. una salida (615") de gas conectada al primer regulador (400) de gas para dirigir gas al interior del primer regulador (400) de gas; y

v. una válvula y controlador de válvula para controlar cuánto gas desde la chimenea (109) y la fuente de gas fluye a través de la salida (615") de gas.

6. Método para regular gas y hacer avanzar desperdicios a través de un sistema (50) de combustión gasificación de desperdicios de dos etapas que comprende las etapas de:

15 a. hacer avanzar los desperdicios al interior de un primer gasificador (102);

b. procesar los desperdicios en el primer gasificador (102) para generar compuestos volátiles en el primer gasificador (102) dirigiendo el gas a través de los desperdicios;

c. dirigir el gas y los compuestos volátiles desde el primer gasificador (102) al interior de una cámara (104) de postcombustión;

20 d. combustionar la mezcla de gas y compuestos volátiles en la cámara (104) de postcombustión;

e. hacer avanzar los desperdicios al interior de un segundo gasificador (103);

f. procesar los desperdicios en el segundo gasificador (103) para generar un gas que contiene oxígeno;

g. dirigir gas desde el segundo gasificador (103) hasta un primer regulador (400) de gas;

25 h. dirigir gas desde un orificio (607,608,609) de salida de un orificio (605') de entrada del primer regulador (400) de gas al interior de la cámara (104) de postcombustión;

i. combustionar el gas en la cámara (104) de postcombustión para producir calor y gas de combustión, y

j. dirigir gas que tiene un bajo contenido de oxígeno del 5% al 20% de O<sub>2</sub> al primer gasificador (102) y gas rico en oxígeno del 20% - 100% de O<sub>2</sub> al segundo gasificador (103).

7. Método según la reivindicación 6, que comprende las etapas de:

30 a. recibir desperdicios en una entrada (100);

b. hacer avanzar los desperdicios desde la entrada hasta el primer gasificador (102) usando un elemento (700) de avance;

c. recibir gas en un primer separador (406) de gas, dirigiendo el gas desde el primer separador (406) de gas a través de una primera tolva (610) de gas hasta el primer gasificador (102); y

35 d. recibir gas en un segundo separador (407) de gas, dirigiendo el gas desde el segundo separador (407) de gas a través de una segunda tolva (611) de gas hasta el segundo gasificador (103).

8. Método según la reivindicación 6, que comprende las etapas de recoger cenizas volantes y partículas residuales con un recogedor (105) de cenizas y dirigir las cenizas volantes y partículas residuales al interior del segundo gasificador (103).

9. Método según la reivindicación 6, que comprende las etapas de:
- a. recibir gas en un primer regulador (400) de gas desde el segundo gasificador (103);
  - b. recibir gas en el primer regulador (400) de gas desde un segundo regulador (403) de gas; y
  - c. controlar la recepción de gas desde el segundo gasificador (103) y segundo regulador (403) de gas ajustando una o más válvulas internas.
- 5
10. Método según la reivindicación 6, que comprende las etapas de:
- a. dirigir el gas de combustión al interior de una chimenea (109);
  - b. controlar un controlador de válvula para dirigir una válvula para permitir que el gas de combustión escape del sistema o recircular el gas de vuelta al sistema;
  - c. recibir gas desde la chimenea (109) y gas desde la fuente (501) de gas en un segundo regulador (403) de gas;
  - d. manipular una válvula (405) para controlar cuánto gas desde la chimenea (109) y desde la fuente (501) de gas fluye a través de un orificio de salida; y
  - e. dirigir gas al interior del primer regulador (400) de gas abriendo una válvula en el orificio de salida del segundo regulador (403) de gas.
- 10
11. Método según la reivindicación 6, en el que la etapa de procesar los desperdicios en el primer gasificador (102) incluye secar, desvolatizar y gasificar los desperdicios, y la etapa de procesar los desperdicios en el segundo gasificador (103) incluye gasificar y combustionar los desperdicios, y que además comprende la etapa de ordenar a un primer separador (406) de gas que envíe gas que tiene un bajo contenido de oxígeno al primer gasificador (102) a través de un segundo separador (407) de gas.
- 15
12. Método según la reivindicación 6, que comprende la etapa de provocar que el primer regulador (400) de gas envíe gas de chimenea recirculado a través de un primer orificio (606B) conectado a un segundo regulador (403).
- 20
13. Método según la reivindicación 12, que comprende la etapa de provocar que el segundo regulador (403) de gas abra parcialmente una válvula en una chimenea que provoca que el gas de chimenea recirculado entre en un segundo orificio (614') conectado al segundo regulador (403) de gas.
- 25
14. Método según la reivindicación 13, que comprende la etapa de abrir una válvula (405) para permitir que gas de chimenea fluya desde el segundo orificio (614'), a través del segundo regulador (403) de gas, y al interior del primer orificio (606B) que se alimenta al interior de un primer separador (401) de gas.
- 30
15. Método según la reivindicación 6, que comprende la etapa de ordenar a un controlador o al primer regulador (400) de gas que monitorice la temperatura de gas o el contenido de oxígeno en la cámara (104) de postcombustión, y que además comprende la etapa de ordenar al primer regulador (400) de gas que envíe gas recirculado a la cámara (104) de postcombustión, si la temperatura de gas o el contenido de oxígeno de gases en la cámara (104) de postcombustión se hace superior a un valor predeterminado.
- 35
16. Método según la reivindicación 6, que comprende la etapa de ordenar a un controlador o al primer regulador (400) de gas que monitorice la temperatura de gas o el contenido de oxígeno en la cámara (104) de postcombustión y que además comprende la etapa de pedir que gas rico en oxígeno desde una fuente (501) de gas se envíe a través de un orificio a través del primer regulador (400) de gas y un segundo regulador (403) de gas al interior de la cámara (104) de postcombustión, si la temperatura de gas o el contenido de oxígeno en la cámara (104) de postcombustión se hace inferior a un valor predeterminado.

Fig. 1

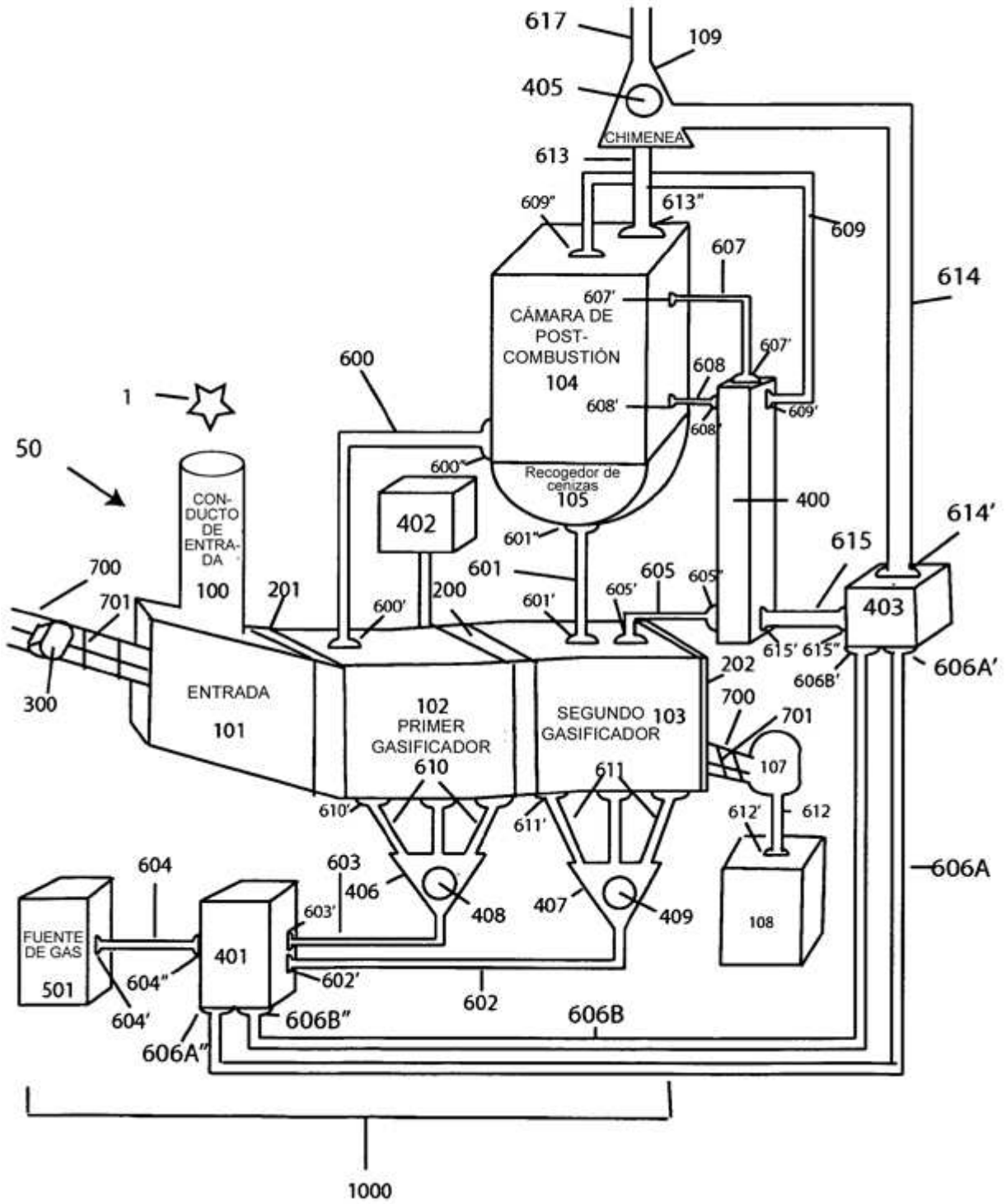


Fig. 2

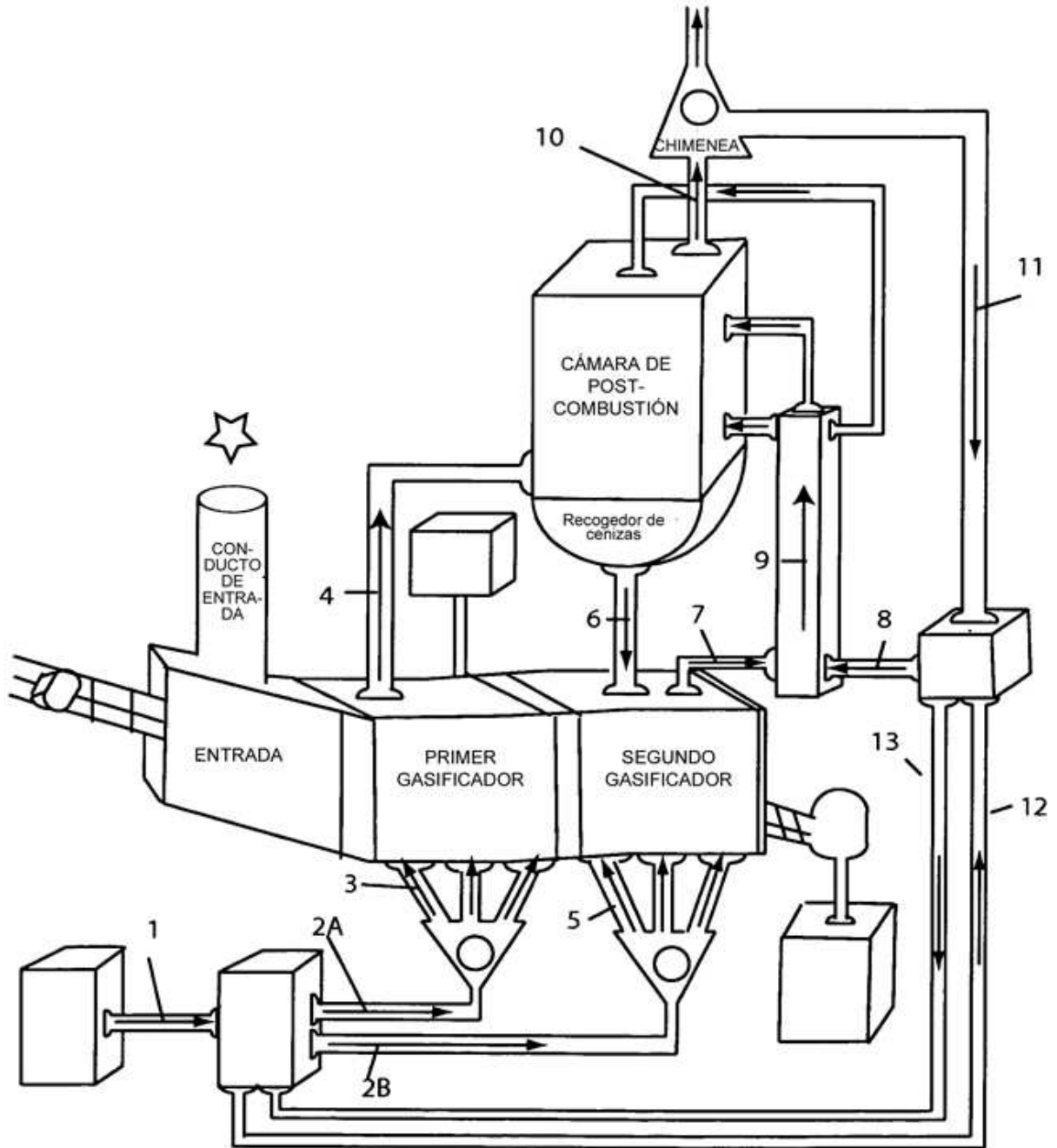


Fig. 3

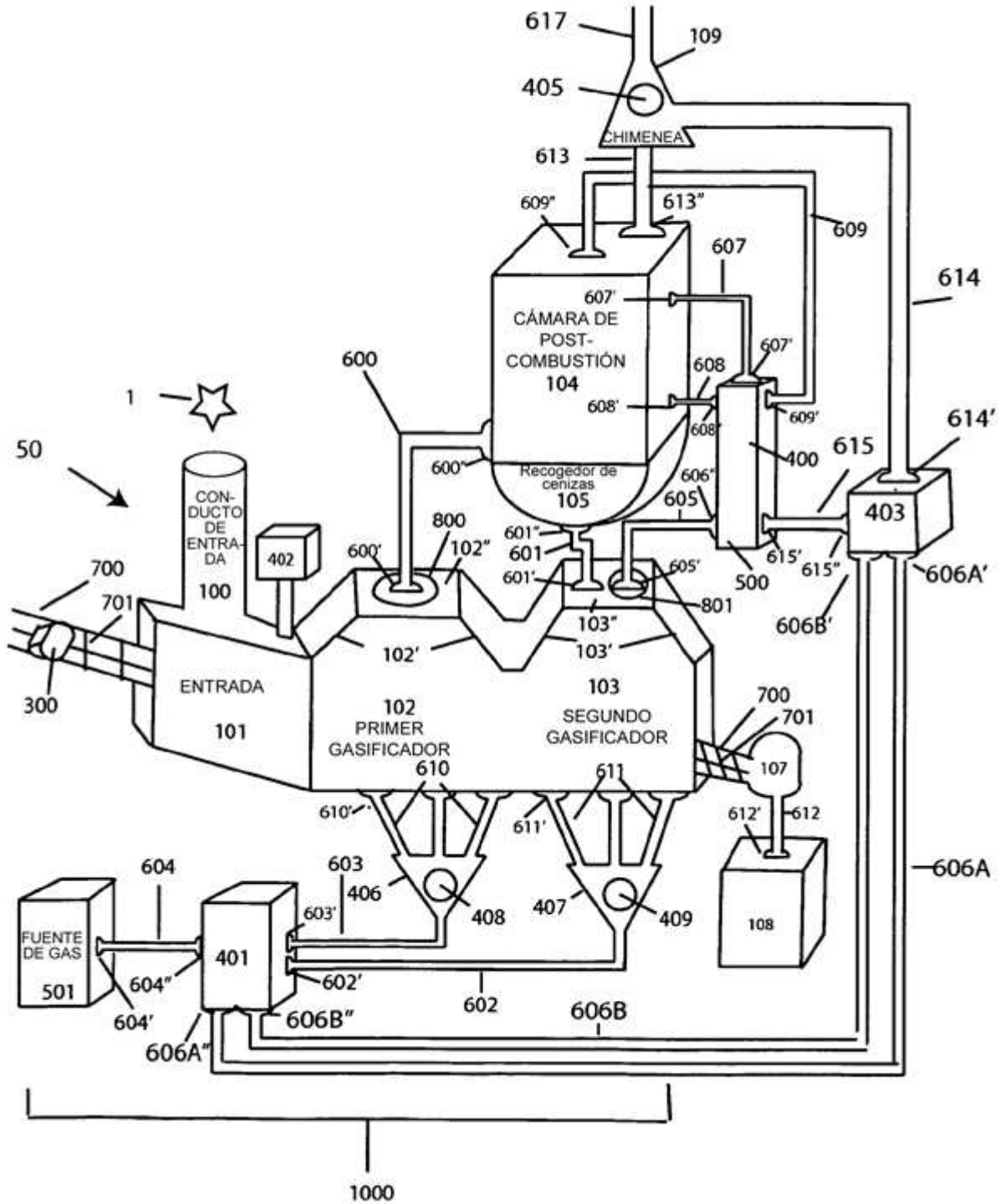




Fig. 4

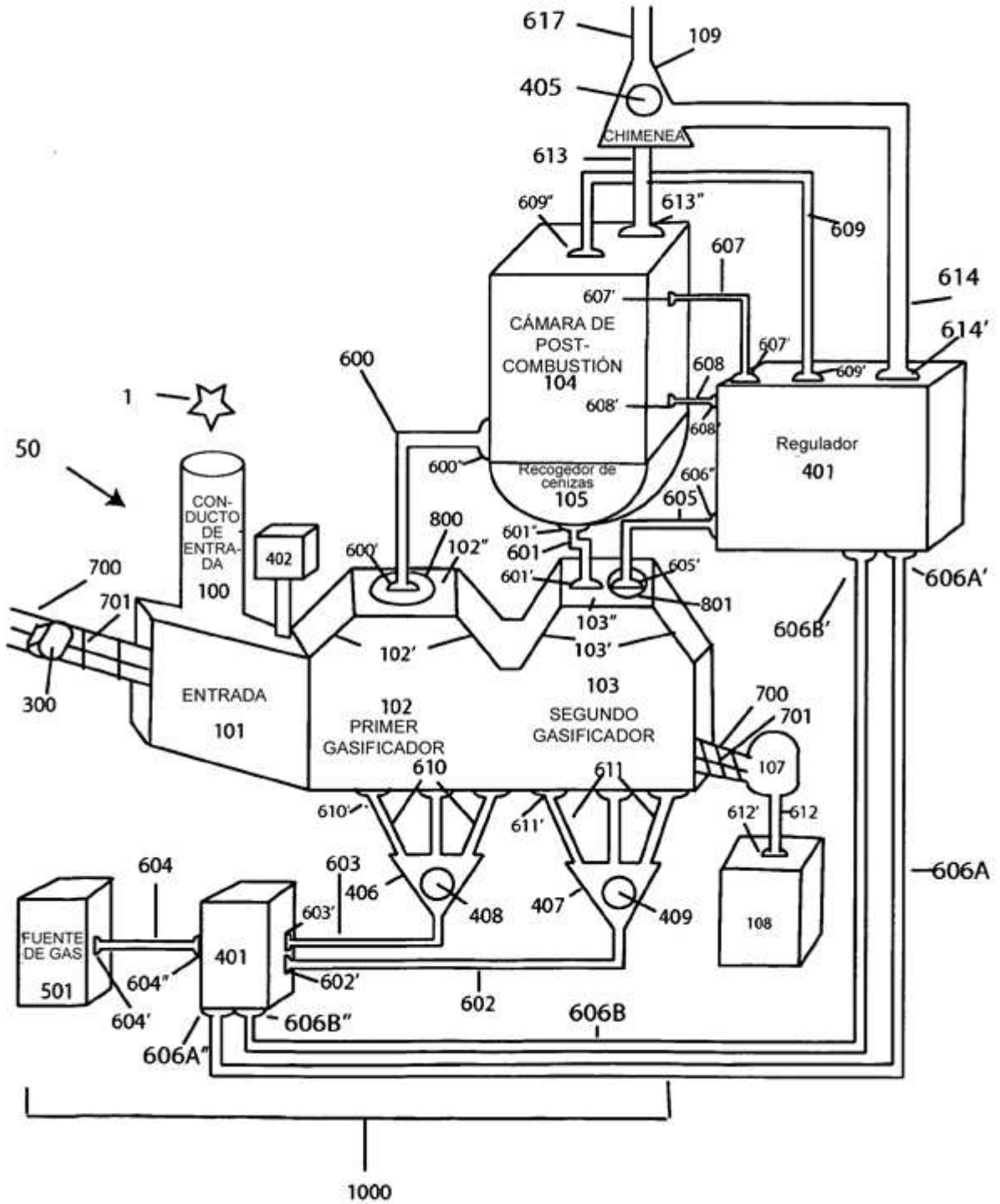


Fig. 5

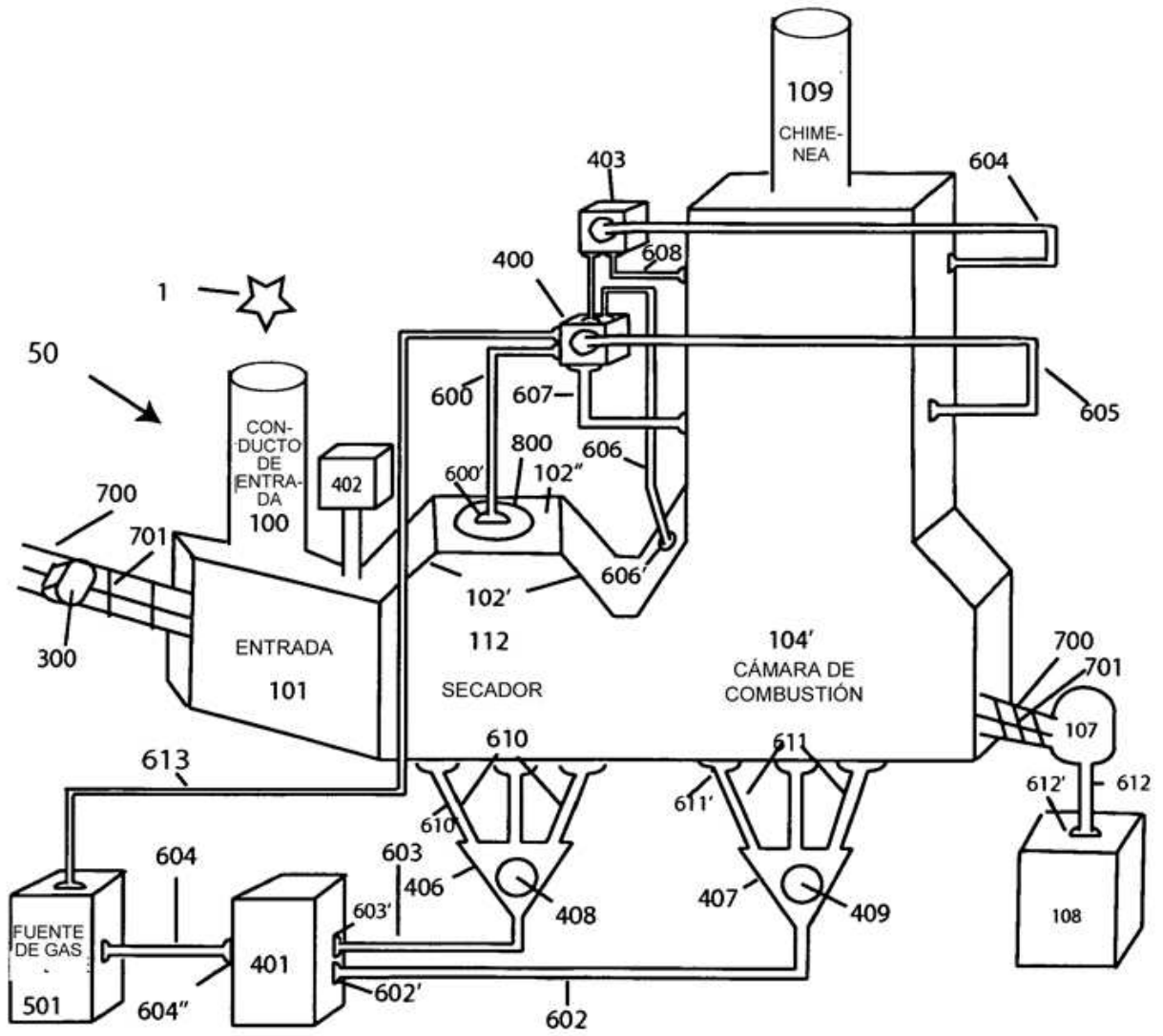


Fig. 6

