

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 070**

51 Int. Cl.:

F23L 15/02 (2006.01)

F23G 7/06 (2006.01)

F27B 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.12.2016 PCT/EP2016/080920**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.06.2017 WO17102805**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2016 E 16822392 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 3390910**

54 Título: **Planta y método para la combustión regenerativa con combustibles de bajo poder calorífico**

30 Prioridad:

15.12.2015 IT UB20159183

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

24.06.2020

73 Titular/es:

**TENOVA S.P.A. (100.0%)
Via Monte Rosa 93
20149 Milano, IT**

72 Inventor/es:

**DELLA ROCCA, ALESSANDRO y
FANTUZZI, MASSILIANO**

74 Agente/Representante:

LAMAS MENÉNDEZ, Pablo

ES 2 769 070 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

Planta y método para la combustión regenerativa con combustibles de bajo poder calorífico

5 La presente invención se refiere a una planta y a un método para la combustión regenerativa con combustibles de bajo poder calorífico.

En la industria del acero, por ejemplo en hornos de calentamiento industrial, tienen lugar procesos de alta temperatura, que requieren combustibles de alto poder calorífico para alcanzar la temperatura del proceso, en los
10 que, por ejemplo, estas temperaturas alcanzan indicativamente temperaturas de hasta 1150 °C - 1320 °C en los hornos.

Sin embargo, debe señalarse que, en estos aparatos, se usan específicamente recursos energéticos costosos, tales como fuentes químicas nobles como el gas natural, para facilitar las variaciones en las cantidades de producción.

15 También se sabe que estos grandes aparatos consumen cantidades significativas de energía térmica para su funcionamiento. Por esta razón, se están haciendo intentos en la industria del acero para sustituir las fuentes de energía nobles, tales como gases naturales, por gases producidos como subproductos generados con otros aparatos de producción, tales como, por ejemplo, altos hornos u hornos de coque. Esta tendencia tiene el beneficio
20 de reducir los niveles de emisión de CO₂ por parte de toda la planta industrial. Este es el caso, ya que normalmente los gases de proceso generados como subproductos por equipos modernos y eficientes, generalmente tienen poderes caloríficos cada vez más bajos. Esto significa que estos subproductos no pueden usarse fácilmente como combustibles en equipos de proceso que funcionan a altas temperaturas. En consecuencia, estos subproductos se usan con una baja eficiencia para la generación de energía eléctrica o el quemado de gases residuales antes de
25 liberarse a la atmósfera.

En consecuencia, el equipo de proceso se alimenta con combustibles más nobles, aumentando de este modo las emisiones masivas de CO₂ por parte de toda la planta, además de aumentar los costes de producción. Un uso más eficiente de los subproductos en la planta de producción, por lo tanto, permite obtener considerables beneficios para
30 el medio ambiente y de rentabilidad de la producción industrial.

Todos estos problemas han dado lugar a una tendencia, particularmente en el campo de la producción de acero, a promover el uso de plantas y métodos de combustión regenerativa que usan combustibles que tienen un bajo poder calorífico. Para el desarrollo de estas plantas y métodos, por ejemplo, se ha previsto el uso de quemadores
35 regenerativos, capaces de recuperar energía que de otro modo se perdería, y permitir el uso de estos combustibles, que tienen un bajo poder calorífico.

Las plantas y métodos actuales, sin embargo, no permiten una explotación completa de estos combustibles, descargando, sin embargo, humos hacia el exterior que podrían liberar más calor que podría adoptarse para
40 implementar un ahorro aún mayor a través de una planta y varios métodos de uso del sistema de combustión de la planta.

El documento FR 894658A describe una planta de combustión regenerativa con combustibles de bajo poder calorífico, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

45 El documento US 5823124 se refiere a un método y un sistema con emisiones reducidas de combustible y NO_x de un horno.

El objetivo general de la presente invención es proporcionar una planta y un método para la combustión regenerativa
50 con combustibles de bajo poder calorífico, capaces de resolver los inconvenientes de la técnica conocida indicada anteriormente, de una manera extremadamente sencilla, económica y particularmente funcional.

Un objetivo adicional de la presente invención es implementar una planta y un método para la combustión regenerativa con combustibles de bajo poder calorífico, que sea técnicamente sencilla de realizar y con costes
55 extremadamente reducidos y limitados.

Otro objetivo de la presente invención es implementar una planta capaz de reducir drásticamente las posibles emisiones de monóxido de carbono derivadas de un sistema de combustión desarrollado con la regeneración de combustible de bajo poder calorífico como, por ejemplo, gas de alto horno.

Las características estructurales y funcionales de la presente invención y sus ventajas con respecto a la técnica conocida se harán aún más evidentes a partir de la siguiente descripción, que se refiere a los dibujos esquemáticos adjuntos, que muestran un ejemplo de realización de la invención. En los dibujos:

- 5
- la figura 1 es un esquema que muestra una configuración de planta mediante la cual se efectúa un método de combustión regenerativa, con combustibles de bajo poder calorífico, de acuerdo con la presente invención;
 - la figura 2 muestra una vista ampliada de una parte de la planta de la figura 1.

10 Con referencia a las figuras, estas ilustran una planta capaz de implementar un método de combustión regenerativa con combustibles de bajo poder calorífico, siendo tanto la planta como el método de acuerdo con la presente invención.

15 La planta de la invención puede llamarse un sistema de combustión regenerativa doble y está asociado con un horno o cámara de combustión 11 para procesos térmicos a alta temperatura, aproximadamente de 1200 - 1300 °C, equipada con unidades de regeneración para ambos reactivos, es decir, combustible y comburente.

Además de las líneas de alimentación conocidas habituales del horno o cámara de combustión 11, para su correcto funcionamiento, una línea de alimentación de aire 18 también está conectada junto con una línea de alimentación de combustible de bajo poder calorífico (de mala calidad) 19 como se describe a continuación, para el tratamiento de los humos salientes del mismo horno. También se proporciona una línea de descarga de humos no regenerados 20 en la salida del horno 11, conectada operativamente a uno o más intercambiadores de calor 16a, 16b, 16c, 16d, etc., que forman un sistema de recuperación de calor en cascada, operando cada uno dentro de un sistema diferente intervalo de temperatura.

En el ejemplo mostrado y descrito, como reactivos utilizados en la planta para implementar el método, puede utilizarse el aire procedente de la línea de alimentación de aire 18, por un lado, y, por otro lado, los gases de combustible de mala calidad procedentes de la línea de alimentación de combustible de mala calidad 19, que se tratan en el precalentamiento en al menos una unidad de regeneración de aire 12 y en al menos una unidad de regeneración de combustible 13, respectivamente, para su precalentamiento. En el ejemplo descrito e ilustrado, como se puede ver, se proporcionan más unidades de regeneración de aire 12 y unidades de regeneración de combustible 13, posicionadas en correspondencia con áreas de control consecutivas, 11a, 11b, 11c, 11d, etc., de la cámara o el horno 11 para efectuar el precalentamiento.

35 Cada una de estas unidades de regeneración 12, 13, en una planta de la invención, se posiciona en un conducto respectivo para los gases de escape a regenerar 12e, 13e a la salida del horno 11 y, de acuerdo con el método de la invención, se opera de forma periódica y selectiva en dos etapas posteriores o modos diferentes. De hecho, las unidades de regeneración 12 y 13 se operan en un primer modo de regeneración, tomando humos de productos quemados calientes por medio de los conductos 12e y 13e, de al menos un área de control 11a de la cámara 11. Para efectuar esta fase del método de la invención, la planta proporciona válvulas de regeneración de humos 12a y 13a posicionadas en los conductos de salida de los medios de regeneración 12m, 13m, posicionados dentro de las unidades de regeneración 12 y 13, estando las válvulas 12a y 13a posicionadas en los conductos 12f y 13f aguas abajo de las unidades de regeneración 12 y 13 y ambas abiertas.

45 En el mismo estado de regeneración, el método prevé que las válvulas de regeneración de aire 12b y combustible 13b respectivamente se posicionen en un conducto de alimentación de aire respectivo 18a y un conducto de alimentación de combustible de mala calidad 19a, en la entrada de los medios de regeneración 12m y 13m, pero aguas abajo de las unidades de regeneración 12 y 13, ambas cerradas respectivamente en la planta.

50 Por el contrario, cuando se efectúa la fase del método, en la que las unidades de regeneración 12 y 13 se operan en modo de combustión, los reactivos de aire y combustible se calientan previamente pasándolos a través de los medios de regeneración calientes 12m y 13 m dentro de las unidades de regeneración 12 y 13. Para ello, las válvulas de regeneración de humos 12a y 13a están ambas cerradas, y las válvulas de regeneración de aire 12b y las válvulas de regeneración de combustible 13b están ambas abiertas.

Durante el modo de regeneración mencionado anteriormente, los medios de regeneración 12m y 13m dentro de las unidades de regeneración 12 y 13 se calentaron previamente a una temperatura ligeramente inferior (por ejemplo, 1200°) con respecto a la temperatura de los humos que salen del área de control 11a de la cámara 11 (por ejemplo,

1250 °).

Los humos salen de las unidades de regeneración 12 y 13 pasando a través de las válvulas de regeneración de humos 12a y 12b a una temperatura mucho más baja (por ejemplo, aproximadamente 200 °C) con respecto a la temperatura de proceso dentro del área de control 11a de la cámara 11.

Esta temperatura está adecuadamente limitada a ser demasiado baja para evitar la condensación de sustancias ácidas que limitarán la vida de las válvulas mencionadas anteriormente.

10 Durante el modo de combustión, los medios de regeneración 12m y 13m, previamente precalentados en el modo de regeneración anterior, intercambian su energía interna con el reactivo respectivo (aire y combustible) que pasa a través de dichos medios de regeneración 12m y 13m antes de volver a entrar en el área de control específica del horno 11, y se somete a combustión.

15 Cabe señalar que, durante el modo de regeneración, los humos que salen de las unidades de regeneración de aire 12 tienen la misma composición que los humos dentro de la cámara 11, con un ligero aumento en la concentración de las especies químicas dentro del aire de combustión. Los humos que salen de la unidad de regeneración de combustible 13 se mezclan de otro modo con una pequeña cantidad de combustible que permanece dentro de las áreas de volumen muerto de la unidad de regeneración 13 y la válvula de regeneración de combustible 13b durante el tiempo necesario para pasar del estado de combustión al estado de regeneración. Esto significa que los humos o gases de escape que salen a través de la válvula de regeneración de humos 13a contienen una cierta cantidad de combustible en relación tanto con el tiempo de conmutación entre el modo de regeneración y el modo de combustión y el volumen de áreas muertas en las que puede ocultarse dicho combustible. Dado que esta cantidad de combustible no se utiliza, representa una pérdida de energía del sistema, y también un riesgo para la seguridad y el medio ambiente en el que se debe introducir.

Esta cantidad de combustible puede tender a ser cero cuando los parámetros del proyecto, tales como, por ejemplo, el tiempo de conmutación y el volumen de las áreas muertas, son suficientemente pequeños. Sin embargo, estos parámetros también dependen del tamaño del quemador, que generalmente es el resultado de consideraciones de naturaleza técnica y económica.

Para limitar al máximo el riesgo mencionado anteriormente, se proporciona una unidad de postcombustión 14 y se opera de acuerdo con el método y la planta de la presente invención, posicionada en la ruta de los humos regenerados que salen de las unidades de regeneración de combustible 13 analizadas anteriormente.

35 Por lo tanto, se puede ver que, de acuerdo con la invención, dicha unidad de postcombustión 14 se alimenta en primer lugar con todos, o al menos una parte de los humos regenerados que proceden de la válvula de regeneración de humos 13a, posicionada en el conducto 13f en la salida de la unidad de regeneración de combustible 13. En segundo lugar, la unidad de postcombustión 14 se alimenta con una cantidad de aire procedente de una válvula 14c, situada en la línea de alimentación de aire 18 y posicionada en la entrada de la unidad de postcombustión 14. También puede ser necesario un flujo de una cierta cantidad de combustible suministrado desde una válvula 13c de la línea de alimentación de combustible de mala calidad 19 para completar la oxidación de los humos regenerados procedentes de la válvula de regeneración de humos 13a dentro de la unidad de postcombustión 14.

45 La provisión de una unidad de postcombustión 14, de acuerdo con la invención, es tal que elimina la parte de combustible contenida en los humos regenerados que salen de la unidad de regeneración de combustible 13 debido al paso continuo entre el modo de regeneración y de combustión.

50 Por lo tanto, los humos oxidados que salen de la unidad de postcombustión 14 a través de un tubo de salida 14d, tienen una temperatura superior a la temperatura en la entrada, cuando pasan a través de una válvula de humos 14a gracias al proceso de oxidación exotérmica dentro de la unidad de postcombustión 14.

La entalpía en los humos tratados a la salida del tubo de salida 14d, resultante del proceso de oxidación dentro de la unidad de postcombustión 14, puede recuperarse por medio de un intercambiador de calor 16c conectado al mismo y que forma parte del grupo de recuperación de calor mencionado anteriormente. Debe recordarse que la fracción no regenerada de humos enviados a la línea de descarga de los humos no regenerados 20 es a veces necesaria para controlar la presión en la cámara de combustión 11. Esta fracción de humos está normalmente a una temperatura alta y su entalpía solo se puede recuperar a través de los intercambiadores de calor mencionados anteriormente hechos de materiales especiales. También debe tenerse en cuenta que el caudal asociado con el flujo de humos en

la línea de descarga de humos no regenerados 20 a la salida del horno 11, es normalmente una pequeña fracción del caudal de los humos regenerados procesados a través de las unidades de regeneración 12 y 13 y, por lo tanto, una pequeña cantidad de entalpía está asociada con el mismo.

5 En consecuencia, al mezclar el caudal en la salida de la línea de descarga de humos no regenerados 20 con el caudal de los humos oxidados en el tubo de salida 14d de la unidad de postcombustión 14, se obtendrá un caudal mayor en un tubo 20b a temperatura media. Dado que su temperatura es intermedia entre la temperatura presente en los flujos de humos en los tubos 14d y 20, se puede usar un intercambiador de calor estándar como intercambiador de calor 16c.

10

Dicho intercambiador de calor 16c está conectado en el otro lado a un sistema genérico de recuperación de calor, o un sistema ORC (ciclo orgánico de Rankine (*Organic Rankine Cycle*)), o a un sistema de cogeneración, ilustrado esquemáticamente en 17, con recuperación de calor adicional.

15 Dado que puede ser posible procesar solo una parte de los humos regenerados procedentes de la unidad de regeneración de combustible 13 a través de la válvula de humos 14a hacia la unidad de postcombustión 14, se puede enviar una porción restante de estos humos a través de una válvula 14b posicionada en un tubo 14k, para mezclarse posiblemente aguas abajo del intercambiador de calor 16c con humos de escape refrigerados de dicho intercambiador de calor 16c que tiene una temperatura similar. Esto asegura una reducción limitada o nula en la
20 eficiencia del proceso de recuperación de calor.

Este flujo de humos de escape no oxidados se puede mezclar posiblemente con un flujo de humos que representa una parte o la totalidad de los humos regenerados que pasan a través de la válvula 12a a la salida de la unidad de regeneración de aire 12. Este flujo de humos que pasa a través de una válvula 12d normalmente está a la misma
25 temperatura que los humos regenerados por las unidades de regeneración de combustible 13. Además, si el volumen muerto mencionado anteriormente, que contiene algunas fracciones de combustible, es lo suficientemente pequeño como para mezclar el flujo de humos no oxidados que no pasan a través de la válvula 14a y que alcanzan la válvula 14b con el flujo de humos o gases de escape que pasan a través de la válvula 12d, se proporciona un medio para reducir las concentraciones de especies de combustible hasta el punto de que no representen ningún
30 riesgo para la seguridad o para el medio ambiente.

El flujo de humos o gases de escape que llega a un tubo 20c aguas abajo del intercambiador de calor 16c, posiblemente obtenido mezclando los humos introducidos y procesados por el intercambiador de calor 16c con el flujo de humos o gases de escape no oxidados procedentes de la válvula 14b y de la válvula 12d, puede procesarse
35 adicionalmente en un segundo intercambiador de calor 16d posicionado aguas abajo del primer intercambiador de calor 16c.

Este último intercambiador 16d también puede estar conectado al mismo u otro sistema de recuperación 17 como se ha indicado previamente para el intercambiador de calor 16c.

40

Finalmente, el flujo de humos tratados que sale del intercambiador 16d a través de un tubo 20d se envía a continuación a una chimenea o a una planta de postratamiento de humos.

Se pueden instalar otras unidades de intercambiador de calor 16a y 16b aguas arriba de la salida del tubo de salida
45 14d de la unidad de postcombustión 14.

En particular, se requiere un primer intercambiador de calor 16a si la recuperación del calor de los gases de escape no regenerados procedentes de la línea 20 es eficazmente factible desde un punto de vista técnico y económico. Está conectado al mismo u otro sistema de recuperación de calor, tal como los intercambiadores de calor
50 mencionados anteriormente 16c y 16d. Se puede instalar un segundo intercambiador de calor 16b si el flujo de humos o gases de escape que llega a una válvula 12c, que representa una parte o la totalidad de los gases de escape regenerados por las unidades de regeneración de aire 12, está a una temperatura más alta que la de los humos oxidados que salen del tubo 14d de las unidades de postcombustión 14.

55 Como alternativa, el intercambiador de calor 16b puede instalarse en lugar del intercambiador de calor 16a cuando el flujo de gases de escape no regenerados procedentes de la línea 20 está a temperaturas tan bajas que no es factible técnica y económicamente ninguna recuperación de calor. En estos casos, es posible necesariamente que los gases o humos de escape no regenerados, procedentes de la línea 20, se mezclen con los gases de escape que llegan a la válvula 12c de las unidades de regeneración de aire 12, para limitar la temperatura del fluido caliente en

un tubo de entrada 20a del intercambiador de calor 16b.

El sistema de combustión regenerativa doble descrito anteriormente puede comprender naturalmente todas o algunas de las diversas disposiciones o equipos descritos. La solución final depende del análisis técnico y económico de las condiciones específicas de la planta, tal como la disponibilidad de sistemas de recuperación de calor, el tipo de combustible, las dimensiones de la planta, los posibles servicios públicos cercanos, etc.

Por lo tanto, se puede ver que con una planta y un método definidos con doble combustión regenerativa, es posible utilizar combustibles con un poder calorífico muy bajo en procesos térmicos a alta temperatura, con evidentes beneficios económicos y operativos, además de una disminución de la contaminación.

Esto se obtiene precalentando ambos reactivos por medio de unidades de regeneración, que permiten alcanzar temperaturas de precalentamiento aproximadamente 100 °C más bajas que la temperatura de proceso. Esto significa que los gases o humos quemados procesados por esta planta de regeneración conectada a una cámara a 1250 °C, a la salida de la planta, están a menos de 200 °C.

Las formas de la estructura para la implementación de una planta y el método de la invención, como también los materiales y modos de ensamblaje, pueden diferir naturalmente de los mostrados con fines puramente ilustrativos y no limitativos en los dibujos.

Por lo tanto, se ha alcanzado el objetivo mencionado en el preámbulo de la descripción.

El alcance de protección de la presente invención está definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una planta de combustión regenerativa adaptada para quemar combustibles de bajo poder calorífico en un horno o cámara de combustión (11) para procesos térmicos a alta temperatura a aproximadamente 1200-5 1300 °C, comprendiendo dicha planta al menos una unidad de regeneración de aire (12) y al menos una unidad de regeneración de combustible de bajo poder calorífico (13) para precalentar aire y combustible de bajo poder calorífico antes de entrar en un área de control del horno (11), en la que cada una de dichas unidades de regeneración (12, 13) está posicionada en un conducto de humos de escape respectivo (12e, 13e) en la salida del horno (11) y en un conducto de alimentación de aire (18a), y un conducto de alimentación de combustible de bajo 10 poder calorífico (19a) en la entrada del horno, en el que cada unidad de regeneración (12,13) se ejecuta periódica y selectivamente en dos estados de regeneración y combustión consecutivos diferentes, estando unas válvulas (12a, 13a, 12b, 13b) previstas en dichos conductos, aguas abajo de dichas unidades de regeneración (12, 13) en una disposición abierta y/o cerrada dependiendo de uno de los dos estados de regeneración y combustión seleccionados y activos, caracterizada por que una unidad de postcombustión (14) está conectada a un conducto (13f), a la salida 15 de la unidad de regeneración de combustible (13), que se alimenta por al menos una parte de los humos regenerados procedentes de una válvula de regeneración de humos (13a) a la salida de dicha unidad de regeneración de combustible (13), siendo dicha unidad de postcombustión (14) alimentada adicionalmente por una cierta cantidad de aire procedente de una válvula (14c) posicionada en una línea de alimentación de aire (18) y por una cierta cantidad de combustible suministrado por una válvula (13c) de una línea de alimentación de combustible 20 de bajo poder calorífico para completar la oxidación de los humos regenerados procedentes de la válvula de regeneración de humos (13a) en el interior de la unidad de postcombustión (14), estando dicha unidad de postcombustión (14) conectada en la salida al menos a un intercambiador de calor (16a, 16b, 16c, 16d), en el que dicha área de control comprende áreas de control consecutivas (11a, 11b, 11c, 11d, etc.), comprendiendo cada una de dichas áreas de control al menos una unidad de regeneración de aire (12) y al menos una unidad de 25 regeneración de combustible de bajo poder calorífico (13), en la que cada una de dichas unidades de regeneración de combustible está conectada a dicha unidad de postcombustión (14).

2. La planta de combustión regenerativa de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que se prevé una línea de descarga de humos no regenerados (20) en la salida del horno (11), conectada operativamente a 30 dicho al menos un intercambiador de calor (16a, 16b, 16c, 16d).

3. La planta de combustión regenerativa de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que una válvula de humos (14a) se posiciona aguas abajo de dicha unidad de regeneración de combustible (13), que 35 suministra dichos humos regenerados hacia dicha unidad de postcombustión (14).

4. La planta de combustión regenerativa de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada por que una válvula adicional (14b) se posiciona aguas abajo de dicha unidad de regeneración de combustible (13), que 40 suministra una porción restante de dichos humos regenerados a través de un tubo (14k) a mezclar con humos de descarga enfriados aguas abajo de dicho al menos un intercambiador de calor (16a, 16b, 16c, 16d).

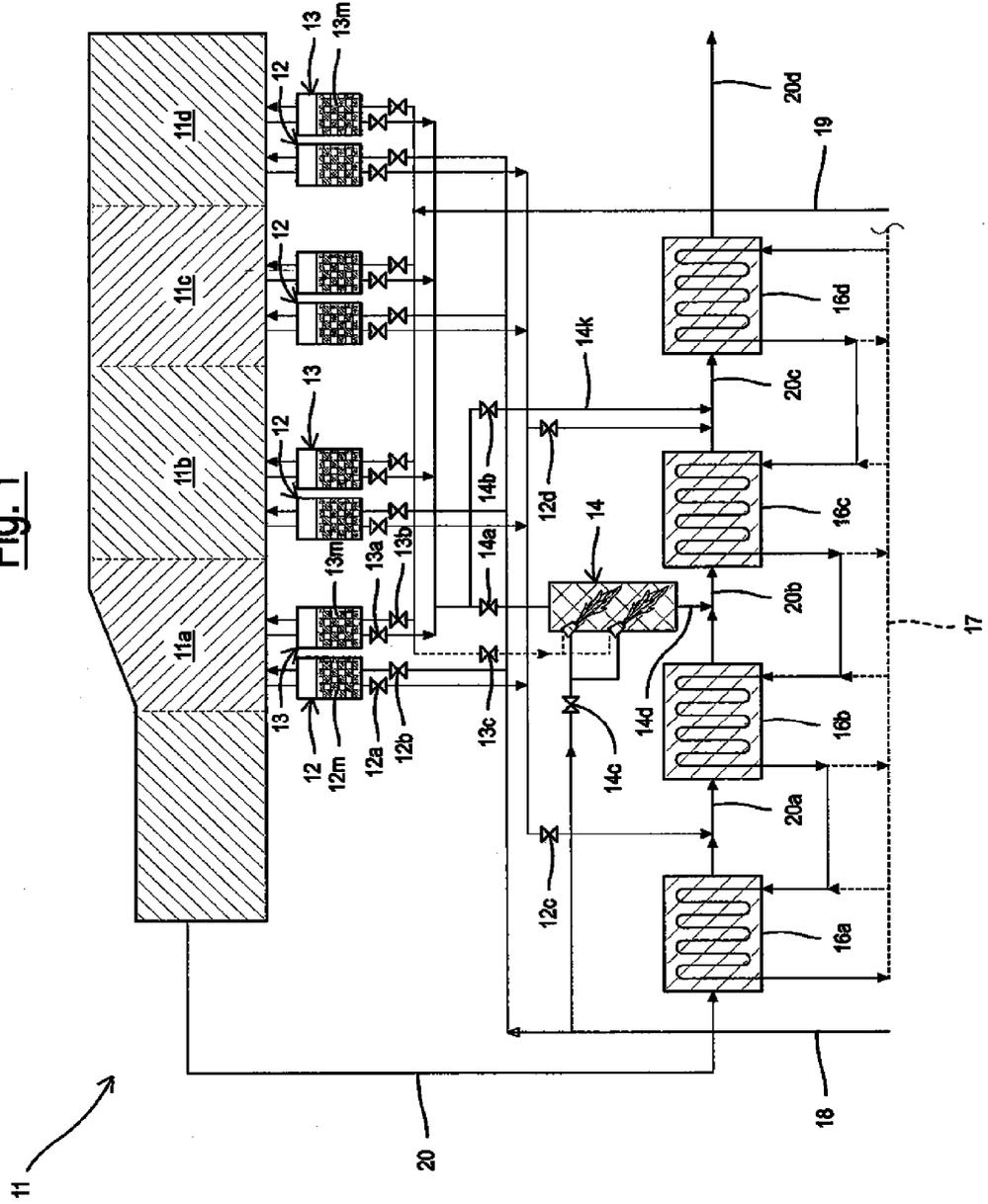
5. Un método de combustión regenerativa con combustibles de bajo poder calorífico a implementar en una planta asociada con un horno o cámara de combustión (11) para procesos térmicos de alta temperatura a aproximadamente 1200-1300 °C, en el que la planta comprende al menos un unidad de regeneración de aire (12) y 45 al menos una unidad de regeneración de combustible de bajo poder calorífico (13) para precalentar aire y combustible de bajo poder calorífico antes de entrar en un área de control del horno (11), en el que cada una de dichas unidades regenerativas (12, 13) se posiciona en un conducto de humos de descarga respectivo (12e, 13e) en la salida del horno (11) y en un conducto de alimentación de aire (18a) y un conducto de alimentación de combustible de bajo poder calorífico (19a) en la entrada del horno, estando las siguientes fases implementadas en dicho método: 50

- una primera fase de regeneración, en la que un flujo de humos de descarga que sale del horno (11) pasa a través de dicha al menos una unidad de regeneración de aire (12) y también en dicha al menos una unidad de regeneración de combustible de bajo poder calorífico (13) a través de medios de regeneración (12m, 13m) de ambas unidades (12, 13) que absorben el calor manteniendo cerrados los conductos de 55 alimentación de aire (18a) y combustible (19a) a ambas unidades (12, 13);
- una segunda fase de combustión posterior en la que dicho flujo de humos se suspende en dicha al menos una unidad de regeneración de aire (12) y en dicha al menos una unidad de regeneración de combustible de bajo poder calorífico (13), y se suministran aire y combustible a dicha al menos una unidad de regeneración de aire (12) y a dicha al menos una unidad de regeneración de combustible de bajo poder

calorífico (13) respectivamente, para absorber el calor de dichos medios de regeneración (12m, 13m) calentados en la primera fase anterior, siendo dichas primera y segunda fases repetidas periódica y selectivamente para llevar ambas unidades (12, 13) a diferentes estados consecutivos de regeneración y combustión;

- 5 estando el método caracterizado por que
- una tercera fase en la que una unidad de postcombustión (14) es alimentada por al menos una parte de los humos regenerados procedentes de una válvula de regeneración de humos (13a) en la salida de dicha unidad de regeneración de combustible (13), por una cierta cantidad de aire procedente de una válvula (14c) posicionada en dicha línea de alimentación de aire (18), y por una cierta cantidad de combustible
- 10 suministrado por una válvula (13c) de la línea de combustión de combustible de bajo poder calorífico (19) para completar el oxidación de los humos regenerados procedentes de la válvula de regeneración de humos (13a), suministrando los humos oxidados que salen de dicha unidad de postcombustión (14) al menos a un intercambiador de calor (16c),
- 15 estando el método implementado en una planta en la que dicha línea de control comprende áreas de control consecutivas (11a, 11b, 11c, 11d, etc.), comprendiendo cada una de dichas áreas de control al menos una unidad de regeneración de aire (12) y al menos una unidad de regeneración de combustible de bajo poder calorífico (13), en el que cada una de dichas unidades de regeneración de combustible está conectada a dicha unidad de postcombustión (14).
- 20
6. El método de combustión regenerativa de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por que suministra humos no regenerados que salen del horno (11) a una línea de descarga de humos no regenerados (20) conectada operativamente a dicho al menos un intercambiador de calor (16a, 16b , 16c, 16d).
- 25 7. El método de combustión regenerativa de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, caracterizado por que suministra una porción restante de humos regenerados que salen de dicha unidad de regeneración de combustible (13) para su mezcla con humos de descarga enfriados aguas abajo de dicho al menos un intercambiador de calor (16a , 16b, 16c, 16d).
- 30 8. El método de combustión regenerativa de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores 5 a 7, caracterizado por que subdivide dicho horno o cámara de combustión (11) en áreas de control consecutivas (11a, 11b, 11c, 11d) y tiene unidades de regeneración de aire (12) y unidades de regeneración de combustible (13) en correspondencia con dichas áreas de control (11a, 11b, 11c, 11d) para efectuar el precalentamiento.

Fig. 1



11

Fig. 2

