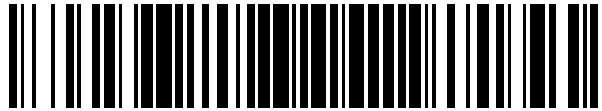


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 660 907**

21 Número de solicitud: 201800004

51 Int. Cl.:

F22G 7/12 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

09.01.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

26.03.2018

71 Solicitantes:

MARTÍNEZ-VAL PIERA, Francesc (50.0%)

C/ Sueños, 6, bloque 5, 2º A

28100 Alcobendas (Madrid) ES y

MARTINEZ-VAL PIERA, Juan (50.0%)

72 Inventor/es:

MARTÍNEZ-VAL PIERA, Francesc

54 Título: **Horno de combustión para calentamiento de fluido en un rango alto de temperaturas**

57 Resumen:

Horno de combustión para calentamiento de fluido en un rango alto de temperaturas, conformado por dos circuitos fluidos no miscibles entre sí, con una frontera común de separación, que es la superficie de transferencia térmica, por la cual fluye el calor desde el circuito de humos al circuito del fluido portador de calor, que es el objeto a calentar, en un rango alto de temperaturas. Para mantener ese rango tan alto, se recirculan los humos en una determinada fracción, dentro de la cámara de combustión, y la fracción de humos que escapa a la atmósfera cede su calor al aire limpio entrante. Para hacer viable la recirculación, se emplean bombas de chorro de aire.

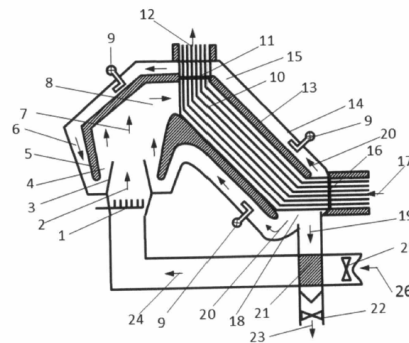


Figura 1

ES 2 660 907 A1

DESCRIPCIÓN

HORNO DE COMBUSTIÓN PARA CALENTAMIENTO DE FLUIDO EN UN RANGO ALTO DE TEMPERATURAS

SECTOR DE LA TÉCNICA

5 La invención pertenece al campo de la ingeniería térmica, particularmente en aplicaciones de alta temperatura, como son las fases de calentamiento de fluidos previas a la expansión de éstos en turbinas.

10 **PROBLEMA TÉCNICO A RESOLVER Y ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN**

 El problema consiste en calentar, aun más, un fluido que venga caliente de un proceso anterior. Por ejemplo, un fluido portador de calor se ha podido calentar hasta una temperatura dada en un campo de heliostatos de concentración de la radiación solar, y con objeto de alcanzar mayor rendimiento en el ciclo termodinámico en el que se va a aprovechar el calor captado, se eleva la temperatura del fluido con cierto calor adicional, proveniente de la combustión de un combustible químico, como el metano. Esto suele denominarse hibridación con metano de una planta termosolar.

20 Para producir ese calentamiento del fluido portador, éste va conducido por dentro de unos tubos o conductos, que son calentados por los humos resultantes de la combustión, así como por la radiación de las paredes, reflejando y reemitiendo parte de la radiación emitida por las llamas y objetos ultra calientes.

25 El problema consiste en efectuar ese calentamiento de manera eficaz y eficiente, logrando que una alta fracción de la entalpía liberada en la combustión, se gaste precisamente en calentar el fluido portador; teniendo en cuenta que dicho fluido ya llega con una temperatura elevada, por lo que solo servirá, para ese calentamiento, el humo que esté a temperatura superior a la temperatura a la que llega el fluido portador.

 Ejemplos de hornos para calentar diversos tipos de materiales hay gran número de ellos, pues los hornos son posiblemente el

dispositivo técnico más antiguo ideado por la Humanidad, acompañado por lo común por el mito del fuego, y en definitiva, la combustión.

A pesar de esa realidad de precedentes incluso prehistóricos, para la resolución de la problemática señalada hay una bibliografía limitada, y
5 precedentes directos de la invención que aquí se propone, no parecen existir, o al menos no son fácilmente identificables.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

La invención se compone de dos circuitos separados que comparten una frontera común, a la que llamaremos superficie de
10 transferencia térmica, fluyendo por dichos circuitos dos fluidos, que son

- el fluido portador de calor, que va por el interior de unas conducciones estancas, salvo en su entrada y su salida, que va impulsado por bombas o máquinas similares, teniendo las
15 conducciones una configuración que se selecciona entre las diversas modalidades de los intercambiadores de calor, que esencialmente son conducciones de forma tubular, o conducciones de sección recta rectangular, quedando en todo caso la parte externa de las conducciones bañada por el
20 fluido del segundo circuito, abarcando dicho baño lo que constituye la superficie de transferencia térmica; y por el otro lado de dicha frontera común se encuentra el segundo fluido, que es:
- el flujo mezcla de aire con productos de la combustión, cuyo
25 movimiento se activa o desactiva por la acción máquinas impulsoras, seleccionadas entre compresores, ventiladores y bombas de chorro de aire, que descargan sus chorros a través de dispositivos tipo venturi emplazados en los lugares que se detallan en las explicaciones subsiguientes; produciéndose en el circuito mezcla de aire y humos una
30 recirculación parcial de los productos de la combustión, incluyendo en éstos no sólo las moléculas resultantes de un reacción química de oxidación-reducción, sino los gases

acompañantes en el flujo de entrada, por lo cual el circuito por donde fluye la mezcla de aire y humos se compone de las siguientes partes físicas:

- 5 - el conducto de aspiración de aire limpio atmosférico, en cuya boca se emplaza una máquina impulsora, con descarga hacia dentro;
- 10 - el paso de la corriente de aire limpio por el recuperador de calor, donde se calienta con la energía térmica que lleva la mezcla de humos que va camino de la evacuación al aire, por la chimenea;
- 15 - el conducto de entrada de aire a la cámara de combustión, donde están los mecheros o quemadores, conformándose una llama de pre-mezcla al principio, que se completa con llama de difusión en la parte alta de la misma, en la zona denominada cajón de llamas, de paredes refractarias, y adiabático-rerradiantes, y que además contiene perforaciones que comunican el interior del cajón de llamas con el espacio anular a su alrededor, que es el espacio de aportación de flujo recirculado;
- 20 - la caja de mezcla de aire y humos, donde las llamas y los productos inmediatos de la combustión reciben a la fracción recirculada de humos, fluyendo a partir de ahí todo ello mezclado;
- 25 - bóveda de canalización de la citada mezcla gaseosa, hacia el cuerpo fundamental del horno, que es calentador, que esencialmente es un intercambiador de calor donde están ubicadas las conducciones del fluido portador de calor, cuyo flujo se separa del de la mezcla de aire y humos mediante la frontera, común, o área de transferencia térmica;
- 30 - saliendo la mezcla de aire y humos por el lado opuesto al que han entrado en el calentador;
- bifurcándose en su salida en dos flujos distintos:

- un flujo de recirculación, que va canalizado hasta el espacio anular alrededor de la caja de llamas, teniendo por encima al cajón de mezcla;
- 5 - un flujo de escape, que se dirige hacia la chimenea o dispositivo de evacuación de humos, que van mezclados con aire residual de la combustión:
- pasando este flujo de escape por un intercambiador de calor denominado recuperador, en el que cede parte de su entalpía al aire limpio de entrada, que es el que circula por el
10 conducto de aspiración de aire limpio atmosférico, presentado en la primera línea de la descripción de este circuito.

La fórmula química del combustible, su poder calorífico inferior, la tasa de combustible, en masa quemada en los quemadores por unidad de
15 tiempo, el flujo másico de aire limpio introducido en el horno, medido en su exceso sobre el aire justo para hacer la combustión según la estequiometría de la reacción, y la fracción de recirculación, determinan el balance de entalpía que permite calentar el fluido portador de calor, según se prescribe en el método de materialización
20 de la invención.

La fracción de recirculación, y el movimiento general de los gases, están determinados por el perfil de presiones que se crea en las diversas partes del circuito de humo y aire, gracias a la acción de todo tipo de máquinas impulsoras, como son los ventiladores, compresores
25 y bombas de chorro. Estas son particularmente útiles en condiciones de muy alta temperatura, y se activan por la descarga de un gas, usualmente aire limpio, previamente comprimido, atemperado hasta la temperatura que requiere el caso, para que la velocidad del sonido en el fluido adquiera el valor que se desee, e igualmente se alcance el
30 número de Mach apropiado para una aplicación concreta.

Un objetivo fundamental de la invención es conseguir alto rendimiento en la transmisión del calor de la combustión al fluido portador, para lo

cual se han de evitar muy altas temperaturas en los productos de la combustión, pues de haberlas, aumentarían las pérdidas térmicas.

La indispensable regulación de la recirculación se realiza activando con mayor o menor presión dinámica los inyectores de las bombas de chorro, definiendo dicha presión por la mitad del producto de la densidad por el cuadrado de la velocidad. Cuando se mide temperatura demasiado alta en los sensores termométricos ubicados en el cajón de mezcla, se ha de recuperar la temperatura apropiada incrementando la fracción de recirculación. Y viceversa, la fracción debe disminuir cuando la mezcla de humos y aire, está por debajo de la temperatura de referencia.

La activación de la mezcla también se produce de manera natural, mediante los orificios que atraviesan la pared que separa el cajón de llamas, del anillo periférico de llegada de la mezcla de humos-aire a la cámara de combustión. Cuando las llamas son muy vivas, producen aceleración de sus humos, y por ende una succión o depresión, que arrastra al humo periférico a través de los orificios mencionados, con lo que la mezcla comienza antes, y la llama se atenúa. Por el contrario, si el aire limpio que llega, con el combustible, al cajón de llamas, produce poca viveza de la llama, no se producirá el efecto de succión con tanta intensidad, por lo que la mezcla entre llamas y flujo recirculado se producirá más tarde, cuando ambos fluidos hayan alcanzado el cajón de mezcla. Así se habrá tenido tiempo de desarrollarse la combustión completa en la llama, si ésta está más mortecina.

En cuanto al circuito del fluido portador de calor, en lo que concierne a la invención, éste se limita a una pluralidad de tubos o conducciones que ocupan una alta fracción de volumen del intercambiador calentador; y la superficie exterior de dichos tubos o conducciones es la frontera común del fluido portador de calor, con el flujo de mezcla de aire y humos, siendo esa frontera lo que funciona como área de transferencia térmica en el intercambiador calentador.

EXPLICACIÓN DE LAS FIGURAS

Las figuras, en general, no están a escala, pues los tamaños relativos de los elementos son muy dispares, y no se apreciarían todos los elementos; pero son representativas de la invención y de sus principios de funcionamiento.

La figura 1 muestra un esquema, en sección recta, del dispositivo en su conjunto.

La figura 2 muestra el esquema de la parte central del dispositivo, que es la caja de llamas y las zonas de mezcla.

La figura 3 muestra un haz de tubos por dentro de los cuales pasa el fluido portador de calor, siendo la sección recta de dicho haz, una disposición cuadrangular.

La figura 4 corresponde precisamente a una vista de detalle de la citada disposición cuadrangular.

La figura 5 corresponde a la sección recta del calentador en su extremo más alejado de la zona de combustión, señalándose la parte periférica por la que retorna el flujo recirculado a dicha zona de combustión.

La figura 6 representa una bomba de chorro de aire.

La figura 7 representa una escala de temperaturas en la que se esquematiza el proceso de recirculación.

La figura 8 es una representación cartesiana cualitativa que en abscisas refleja la localización relativa de los componentes, y la longitud que tienen éstos, y en ordenadas se representa el valor de la presión.

Para facilitar la comprensión de las figuras de la invención, y de sus modos de realización, a continuación se relacionan los elementos relevantes de la misma:

1. Quemadores o mecheros
2. Caja de llamas

3. Paredes de la caja de llamas
4. Espacio anular de aportación del flujo de recirculación
5. Aislante separador del flujo de ida y del recirculado
6. Conducto de recirculación
- 5 7. Cajón de mezcla
8. Bóveda del horno
9. Bomba de chorro de aire
10. Haz de tubos que configura el calentador. En la figura 8 se
10 identifica con 10h el circuito de humos que pasa por el exterior
del haz 10.
11. Placa de cierre de la salida de los tubos del haz 10
12. Salida del haz 10, del conjunto del horno
13. Aislante interior que separa el flujo fluido en el seno del
calentador, del de recirculación
- 15 14. Pared externa (aislada o aislante) del conjunto del dispositivo
15. Conducto de recirculación, que envuelve a todo el calentador
16. Placa de cierre de la entrada del haz
17. Entrada del haz
18. Colector por el que sale el fluido mezcla, tras su paso por el
20 calentador
19. Parte o fracción del flujo del calentador, que se evacúa
20. Fracción del flujo mezcla que, a su salida del calentador, se
recircula.
- 25 21. Recuperador de calor humo a aire. Tiene lógicamente dos
circuitos separados, con una superficie frontera común. Un
circuito es el de aire limpio, identificado por 21a; y otro es el de
salida de humos, identificado como 21h. Adicionalmente, el
recuperador del calor de los humos a evacuar puede destinarse
a calentar el aire limpio, ya comprimido, que se utiliza en las

bombas de chorro 9, y que emplean el tanque 36 para almacenamiento del aire comprimido. Este aire se puede calentar usando el humo antedicho, lo cual se haría en una sección del recuperador, que identificamos como 21c.

- 5 22. Extractor de humos
- 23. Evacuación de humos
- 24. Conducción de aire limpio hacia los quemadores
- 25. Impulsor de aire limpio
- 26. Entrada de aire limpio
- 10 27. Pre-mezcladores aire-combustible
- 28. Taladros pasantes en las paredes (3) de la caja de llamas
- 29. Conjunto de tubos de un haz cuyos ejes virtuales coinciden en un mismo plano virtual. A dicho conjunto se le denomina plancha de tubos.
- 15 30. Recta virtual que alinea a los centros de los codos de todos los tubos de una plancha de ellos, de un haz cuadrangular.
- 31. Línea que marca la orientación de los tubos de una plancha, antes de un determinado codo. Al ángulo agudo formado por las rectas 30 y 31 se le denomina ángulo de proyección.
- 20 32. Tubo de una disposición cuadrangular
- 33. Puntos extremos del lado de un cuadrado del retículo de tubos del haz de un intercambiador calentador
- 34. Chorro de la bomba de chorro
- 35. Válvula de la bomba de chorro
- 25 36. Depósito de sobrepresión de la bomba de chorro
- 37. Compresor de aire de alimentación de la bomba de chorro
- 38. Toma de aire de la bomba de chorro
- 39. Venturi, para inducir mayor velocidad al fluido de base

40. Conducción (de sección recta cualquiera, no un tubo necesariamente) en la que actúa una bomba de chorro

41. Transmisión de calor desde el flujo mezcla, al fluido portador del calor

5 42. Transmisión de calor desde el flujo mezcla evacuado, al aire limpio que entra.

Además de los números anteriores, en la figura 7 se utilizan etiquetas identificativas compuestas de la letra T seguida de un número, con lo cual se indica la temperatura (absoluta) del punto indicado por el
10 número en cuestión.

Similarmente, en la figura 8 se utilizan etiquetas identificativas compuestas de la letra P seguida de un número, con lo cual se indica la presión del punto indicado por el número en cuestión.

También se utilizan las siguientes letras mayúsculas, representando el
15 flujo o gasto másico (en kg/s) que fluye por el conducto que se indica, y que corresponde a

A : gasto másico de aire limpio insuflado a la cámara de combustión

H : gasto másico inyectado de combustible

J : gasto másico de las bombas de chorro de aire (en principio, aire
20 limpio pre-comprimido

B : gasto másico de flujo evacuado= $A+H+J$

R : gasto másico recirculado (igual a $x \cdot M$)

M : gasto másico que circula por el calentador, correspondiente al flujo de mezcla, que va por el exterior de los tubos.

25 G : gasto másico del fluido que porta el calor, y va por dentro de los tubos o conducciones del haz 10

MODO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

La invención se construye como conjunción del circuito de los
30 humos recirculados y el haz de tubos o conducciones que constituyen

el circuito por el que va el fluido portador del calor, que lo empleará para el fin que sea pertinente.

Los materiales de la cámara de combustión y de su circuito de recirculación de humos mezclados con aire son de tipo refractario, incluyendo aceros refractarios, si bien la opción de seleccionar una
5 envoltura cerámica o metálica se podrá hacer por el proyectista en función de las temperaturas de funcionamiento, presupuesto disponible, y duración prevista de la instalación.

Es de señalar, en el tema de las medidas, que al realizarse la
10 combustión a nivel de presión atmosférica, los tamaños han de ser grandes, pues no caben altas densidades de potencia, a no ser que el aire y los humos se movieran a velocidades muy altas. Esto sería contraproducente de cara a la recirculación, que exige un mapa de presiones que ahora se detalla, y que es tanto más difícil de cumplir
15 cuanto mayores son las pérdidas de carga manométrica en las diversas secciones del circuito de humos; lo cual aumenta más cuanto más deprisa se realiza el movimiento.

Nótese que la presión en el punto 18 a la salida del intercambiador, circuito de humos, será menor que la presión en la
20 bóveda de la cámara de combustión 8, que a su vez será algo menor que la del espacio anular alrededor de la caja de llamas (2) y del espacio anular (4), siendo este último el volumen al que ha de llegar el flujo recirculado. Ello obliga a que las bombas de chorro (9) aporten un efecto de impulsión, por arrastre de los chorros sobre el humo, que
25 supere la pérdida de carga manométrica que haya desde el volumen (4) hasta el (18) pasando por la bóveda (8) y todo el intercambiador calentador.

Las bombas de chorro tendrán una presión dinámica que será la mitad de la densidad del fluido que inyecten por el cuadrado de su
30 velocidad. Dicho fluido, en general aire limpio, podrá calentarse tras la fase de compresión previa, para darle la sobrepresión que luego se convierta en energía cinética del chorro. En el propio depósito a presión se puede calentar el aire, con los humos residuales que se

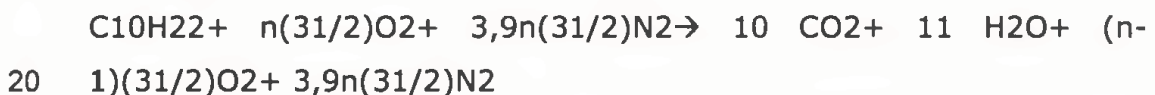
descargan como flujo no recirculado: Desde dicho depósito se produce la propulsión del chorro, al abrir la válvula correspondiente, que tendrá una sección recta X (m^2) una densidad Y (kg/m^3) y una velocidad Z (m/s) que habrán de cumplir

$$5 \quad X \cdot Y \cdot Z^3 > (m'/rho) \cdot \Delta P_{4-18}$$

Siendo el último término, ΔP_{4-18} la pérdida de carga manométrica desde 4 a 18, en valor absoluto; rho la densidad del fluido recirculado, y m' el gasto másico (kg/s) recirculado.

En la figura 8 no se puede ir para arriba sin fuerza ascensional, lo que puede conseguirse por convección natural, (al añadir calor, aumentar la temperatura y disminuir la densidad) o bien por impulsión mecánica, con algún tipo de bomba, incluyendo las de chorro (9) o de impulsión (25) o de extracción (22).

Para ser más precisos en la explicación de cómo se lleva a cabo la invención, se va a utilizar como combustible un alcano del rango de los gasóleos, el decano, $C_{10}H_{22}$, cuya ecuación de combustión es la siguiente, siendo n el multiplicador de aportación de aire sobre el valor de estequiometría, que sería el de $n=1$



Es de señalar que 142 g de decano generan unos humos cuya masa es (en gramos) de $142 + 2189n$. La mayor parte de la masa es el nitrógeno del propio aire utilizado para aportar el oxígeno.

En la ecuación precedente se ha usado una composición simplificada del aire, que correspondería a 3,9 moléculas de nitrógeno por cada una de oxígeno. (El argón del aire, menos de 1% en fracción molar, se considera acumulado al N_2 , aunque son de propiedades algo distintas, pero ambos inertes).

Para determinar la termometría de la combustión, se parte del valor del poder calorífico inferior del decano, evaluado en 42,5 MJ/kg. En la combustión de un mol de decano, 142 gramos, el calor desprendido sería de 6,05 MJ.

Si admitimos un calor específico isóbaro de 1,1 J/g·K para el humo (mezcla de varias moléculas, mayoría de N₂), el incremento de temperatura acaecido, suponiendo que todo el calor va a los humos producidos, es decir, el incremento adiabático, ΔT_a, es

$$\Delta T_a = \frac{6,05 \cdot 10^6}{1,1 \cdot (142 + 2189n)}$$

5

Para la estequiometria pura (n=1), el incremento adiabático sería de 2.536 K, suponiendo que se pudiera quemar todo (lo cual requeriría un tiempo tendente a infinito, pues las últimas moléculas de alcano no encontrarían fácilmente oxígeno para reaccionar).

10 Respecto de los flujos máscicos, o gastos, se denomina con x la fracción recirculada (y 1-x es la no recirculada, o emanada por el tubo de escape o chimenea).

Por tanto, x es la fracción reciclada de M, que es el gasto global de humo, siendo el gasto reciclado, R.

15 A su vez, hay que contar con tres aportaciones de masa al circuito del quemador, desde fuera, que son

H= gasto máscico de fuel, (masa por unidad de tiempo).

J= gasto máscico de la bomba o bombas de chorro (jet) que activan la recirculación, a base de descargar en un conducto de recirculación, un

20 chorro o corriente de aire (comprimido y calentado ligeramente), siendo por tanto aire no viciado que se ha de contabilizar como tal,

además del efecto de arrastre que posee debido a su presión dinámica ($\rho v^2/2$). Nótese que con una densidad de 1 kg/m³ y una v= 10 m/s,

dicha presión es de 50 Pa, muy del nivel de las presiones de succión en recirculación de aire.

25

A= gasto (kg/s) de aire atmosférico insuflado mecánicamente en el flujo de carga del quemador.

B= suma de las tres aportaciones antedichas, que se cuentan juntas, pues no hace falta detallarlas a nivel muy preciso, dadas otras

30 incertidumbres: B=A+H+J

Medido en masa, la misma cantidad $B(\text{kg/s})$ se inyecta en la cámara de combustión, que la que se deriva del escape del calentador hacia el escape definitivo

La reacción de combustión del decano, embebida en una tasa de recirculación x de sus propios humos, implica una situación en la que hay que aportar y quemar por completo un determinado gasto de alcano, para liberar la potencia térmica E que se necesita, y hay que hacerlo repartiendo ese calor entre las moléculas de un gasto $M(\text{g/s})$ de tal forma que se alcance el incremento de T en el gasto de humo que corresponda al incremento de T que se requiere en el fluido portador de calor (con gasto G y calor específico C , a presión constante) por lo cual se tiene

$$E(W) = G \cdot C \cdot (T_{12} - T_{17})$$

Dado que el PCI del decano es $42,5 \text{ MJ/kg}$, se puede escribir

$$E(W) = g'(\text{g/s}) \cdot 42.500 \cdot \eta_d$$

Donde g' es el gasto del decano.

Téngase en cuenta que el decano no se introduce solo, sino con aire, con un exceso marcado por el factor de dosificación n . Eso hace que introduzcamos en la cámara de llamas no solamente g' , sino una cantidad de aire que pesa $2.189n$ gramos por cada 142 gramos de decano inyectado. Si contamos por (g/s) , el gasto de la parte de aportación sería:

$$g'(1 + 15,4n)$$

A lo que hay que añadir la parte reciclada, que es la fracción x de lo que está circulando por el quemador, lo cual se va acumulando según la serie geométrica

$$1 + x + x^2 + x^3 + x^4 + \dots = 1/(1-x)$$

La recirculación se saturará con una rapidez que requerirá menos tiempo cuanto menor sea la fracción de recirculación. Por ejemplo, para $x=0,2$ sobrarán 3 veces el tiempo de residencia t_r medio de una molécula de humo en el quemador, que se mide por la distancia a recorrer a lo largo del circuito, partido por la velocidad media de los humos. Para $x=0,5$ se necesitarán unas 9 veces ese tiempo t_r .

En equilibrio estacionario, el gasto circulante de humos, $M(\text{g/s})$ para una dosificación n , y una fracción de recirculación x , es

$$M = g' \cdot (1 + 15,4n) / (1 - x)$$

5 Se puede ahora determinar unívocamente los valores que se seleccionan en x o en n para obtener los valores que se desean, en n o en x ; y se determina el valor absoluto de g' para dar una determinada potencia E en el calentador.

10 En el primer caso, la relación entre x y n no depende de g' , porque ésta interviene linealmente en los dos términos, de masa y energía. El valor del incremento ΔT en los humos (siendo $1,1 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ el calor específico isobaro de los humos) corresponde a

$$\Delta T = \frac{(1 - x) \cdot 42.500}{1,1 \cdot (1 + 15,4n)}$$

15 En definitiva, la invención se materializa mediante la agregación ordenada de componentes según se describe en la lista descriptiva de los elementos de las figuras; y en los párrafos precedentes se ha explicado la invención en función de las dos variables termodinámicas intensivas principales, Presión y Temperatura, con las cuales se justifica la materialización de la invención.

20 Una vez descrita de forma clara la invención, se hace constar que las realizaciones particulares anteriormente descritas son susceptibles de modificaciones de detalle siempre que no alteren el principio fundamental y la esencia de la invención.

REIVINDICACIONES

1 – *Horno de combustión para calentamiento de fluido en un rango alto de temperaturas, **caracterizado*** por que la invención se compone de dos circuitos separados que comparten una frontera
 5 común, a la que llamaremos superficie de transferencia térmica, fluyendo por dichos circuitos dos fluidos, que son

- el fluido portador de calor, que va por el interior de unas conducciones estancas, salvo en su entrada y su salida, que va impulsado por bombas o máquinas similares, teniendo las
 10 conducciones una configuración que se selecciona entre las diversas modalidades de los intercambiadores de calor, que esencialmente son conducciones de forma tubular, o conducciones de sección recta rectangular, quedando en todo caso la parte externa de las conducciones bañada por el
 15 fluido del segundo circuito, abarcando dicho baño lo que constituye la superficie de transferencia térmica; y por el otro lado de dicha frontera común se encuentra el segundo fluido, que es:

- el flujo mezcla de aire con productos de la combustión, cuyo
 20 movimiento se activa o desactiva por la acción máquinas impulsoras, seleccionadas entre compresores, ventiladores y bombas de chorro de aire, que descargan sus chorros a través de dispositivos tipo venturi; produciéndose en el circuito mezcla de aire y humos una recirculación parcial de
 25 los productos de la combustión, incluyendo en éstos no sólo las moléculas resultantes de un reacción química de oxidación-reducción, sino los gases acompañantes en el flujo de entrada, de modo que el circuito por donde fluye la mezcla de aire y humos se compone de las siguientes partes
 30 físicas:

- el conducto de aspiración de aire limpio atmosférico, en cuya boca se emplaza una máquina impulsora (25), con descarga hacia dentro;

- el paso de la corriente de aire limpio por el recuperador de calor (21), donde se calienta con la energía térmica que lleva la mezcla de humos que va camino de la evacuación al aire, por la chimenea o escape (23);
- 5 - el conducto de entrada de aire (24) a la cámara de combustión, donde están los mecheros o quemadores (1), conformándose una llama de pre-mezcla al principio, que se completa con llama de difusión en la parte alta de la misma, en la zona denominada cajón de llamas (2), de paredes refractarias, y adiabático-rerradiantes, y que además
- 10 contiene perforaciones (28) que comunican el interior del cajón de llamas con el espacio anular (4) a su alrededor, que es el espacio de aportación de flujo recirculado;
- la caja de mezcla de aire y humos (7), donde las llamas y los
- 15 productos inmediatos de la combustión reciben a la fracción recirculada de humos, fluyendo a partir de ahí todo ello mezclado;
- bóveda de canalización (8) de la citada mezcla gaseosa, hacia el cuerpo fundamental del horno, que es calentador, que esencialmente es un intercambiador de calor donde
- 20 están ubicadas las conducciones (10) del fluido portador de calor, cuyo flujo se separa del de la mezcla de aire y humos mediante la frontera, común, o superficie de transferencia térmica;
- saliendo la mezcla de aire y humos por el lado opuesto (18)
- 25 al que han entrado en el calentador;
- bifurcándose en su salida en dos flujos distintos:
- un flujo de recirculación (20), que va canalizado hasta el
- 30 espacio anular alrededor de la caja de llamas, teniendo por encima al cajón de mezcla;
- un flujo de escape (19), que se dirige hacia la chimenea o dispositivo de evacuación de humos, que van mezclados con aire residual de la combustión:

- pasando este flujo de escape por un intercambiador de calor denominado recuperador (21), en el que cede parte de su entalpía al aire limpio de entrada, que es el que circula por el conducto de aspiración de aire limpio atmosférico (24).

5 2 – *Horno de combustión para calentamiento de fluido en un rango alto de temperaturas*, según reivindicación primera, **caracterizado** porque la fracción de recirculación, y el movimiento general de los gases, están determinados por el perfil de presiones que se crea en las diversas partes del circuito de humo y aire, gracias a la acción de todo

10 tipo de máquinas impulsoras, como son los ventiladores, compresores y bombas de chorro (9); siendo éstas particularmente útiles en condiciones de muy alta temperatura, y se activan por la descarga de un gas, usualmente aire limpio, previamente comprimido, atemperado hasta la temperatura que se considere; y la recirculación se realiza

15 activando con mayor o menor presión dinámica los inyectores de las bombas de chorro, definiendo dicha presión por la mitad del producto de la densidad por el cuadrado de la velocidad; de modo que cuando se mide temperatura demasiado alta en los sensores termométricos ubicados en el cajón de mezcla, se incrementa la fracción de

20 recirculación dando más presión dinámica al chorro; y la presión dinámica de los chorros se reduce cuando la mezcla en el cajón de mezclas (7) está por debajo de la temperatura de referencia.

25 3 – *Horno de combustión para calentamiento de fluido en un rango alto de temperaturas*, según reivindicación primera o segunda, **caracterizado** porque la activación de la mezcla también se produce de manera natural, mediante los orificios (28) que atraviesan la pared (3) que separa el cajón de llamas (2), del anillo periférico (4) de llegada de la mezcla de humos-aire a la cámara de combustión; y cuando las llamas son muy vivas, producen aceleración de sus humos,

30 y por ende una succión o depresión, que arrastra al humo periférico a través de los orificios mencionados, con lo que la mezcla comienza antes, y la llama se atenúa; y por el contrario, si el aire limpio que llega, con el combustible, al cajón de llamas, produce poca viveza de la

llama, no se producirá el efecto de succión con tanta intensidad, por lo que la mezcla entre llamas y flujo recirculado se producirá más tarde, cuando ambos fluidos hayan alcanzado el cajón de mezcla (7).

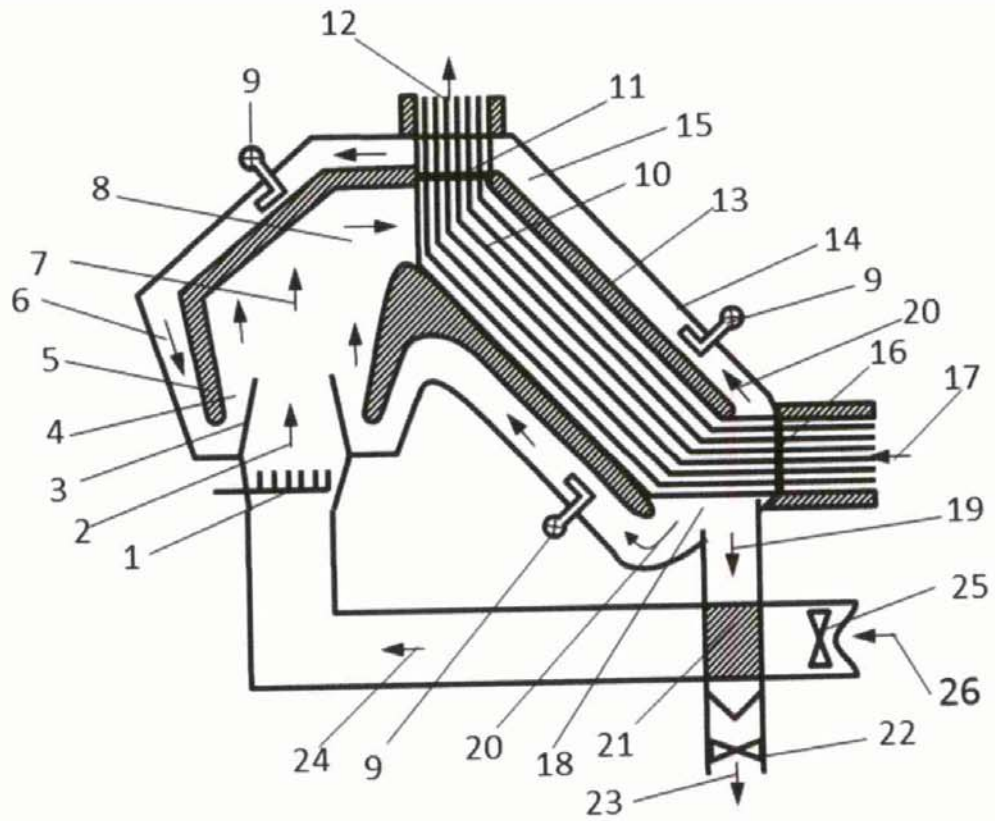


Figura 1

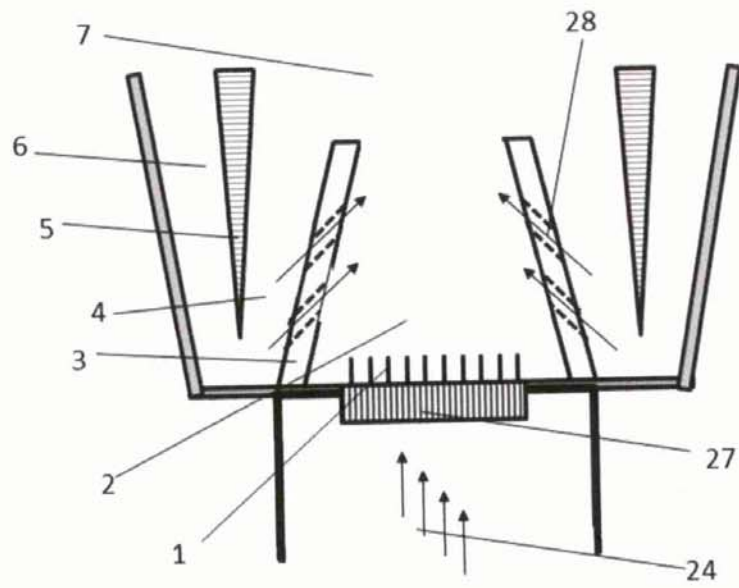


Figura 2

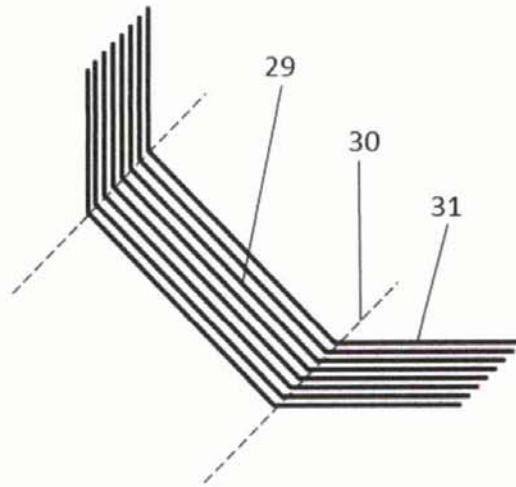


Figura 3

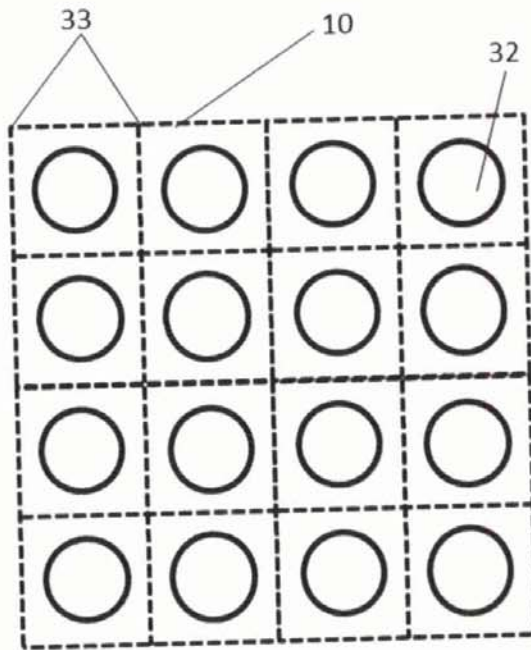


Figura 4

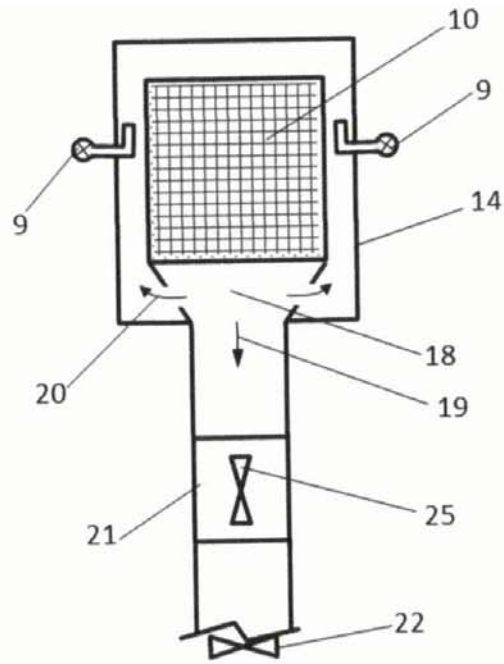


Figura 5

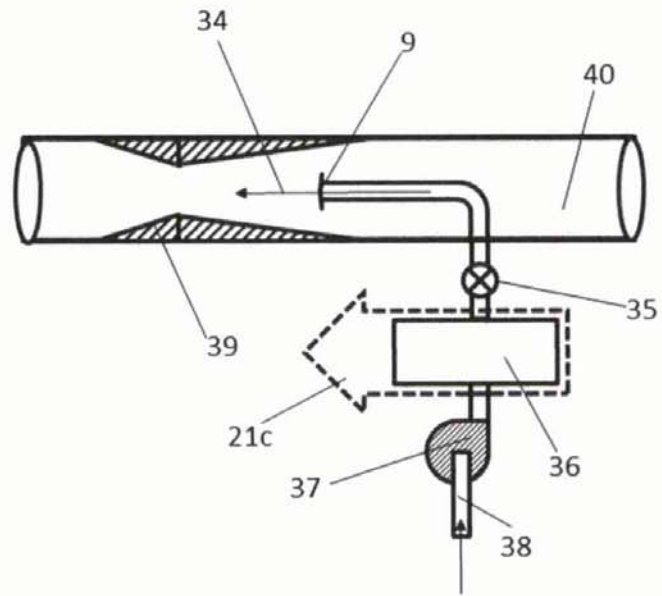


Figura 6

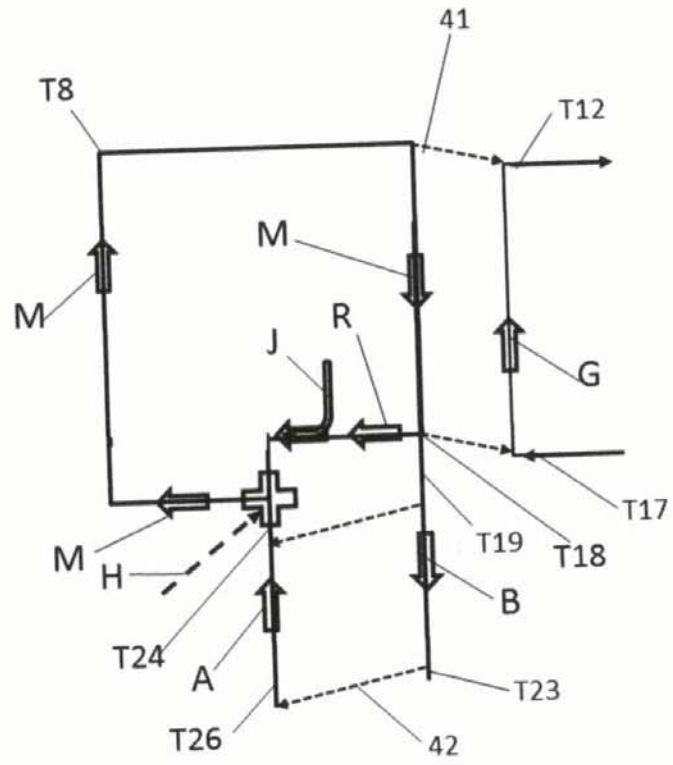


Figura 7

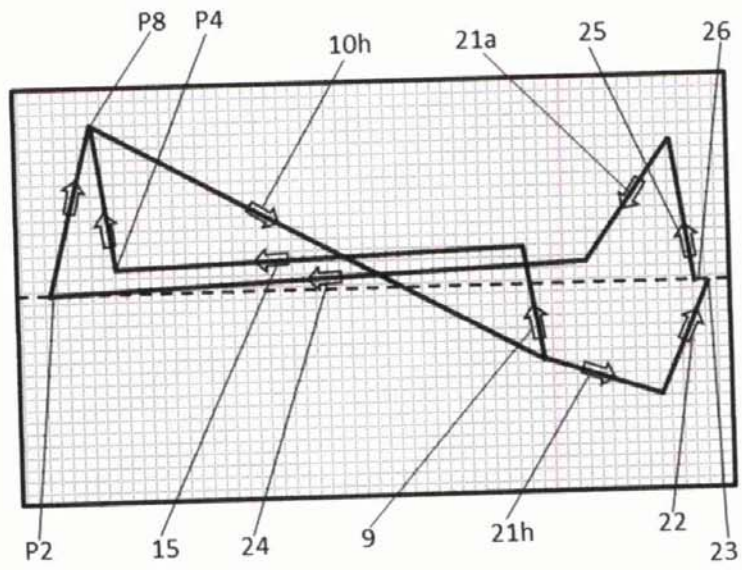


Figura 8



- ②¹ N.º solicitud: 201800004
 ②² Fecha de presentación de la solicitud: 09.01.2018
 ③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤¹ Int. Cl.: **F22G7/12** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ ⁶ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	GB 1583808 A (ELECTRIC POWER RES INST) 04/02/1981, Página 2, línea 61 - página 3, línea 38; página 3, líneas 74 - 81; figuras 1 - 3.	1-3
A	GB 750092 A (BAILEY METERS CONTROLS LTD) 06/06/1956, Página 5, líneas 49 - 57; figura 1.	1-3
A	US 4109613 A (HAYDEN ROBERT LESLIE JAMES et al.) 29/08/1978, Columna 2, líneas 31 - 34; figura.	1
A	CN 204127939U U (SHANGHAI HANDING ENVIRONMENTAL PROT ENGINEERING CO LTD) 28/01/2015, figura 1 & resumen de la base de datos Epodoc. Recuperado de Epoque; AN-CN-201420503769-U.	1
A	US 2013219888 A1 (YANG QINGPING et al.) 29/08/2013, Párrafos [41, 42, 44]; figura 1.	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
 Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
 A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
 P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
 E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

<p>Fecha de realización del informe 15.03.2018</p>	<p>Examinador J. Merello Arvilla</p>	<p>Página 1/2</p>
---	---	------------------------------

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F22G, F22B, F03G

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI