

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 443 116**

51 Int. Cl.:

F23D 14/64 (2006.01)

F23G 7/06 (2006.01)

F23C 6/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2006 E 06794220 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2013 EP 1907754**

54 Título: **Procedimiento e instalación de combustión de gas combustible pobre, sin soporte, con ayuda de un quemador y quemador asociado**

30 Prioridad:

26.07.2005 FR 0507964

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

17.02.2014

73 Titular/es:

**OPTIMISE SOCIETE A RESPONSABILITE
LIMITEE (100.0%)
VILLAGE ENTREPRISE 1, RUE COPERNIC
13200 ARLES, FR**

72 Inventor/es:

DIEULOUFET, JEAN-CLAUDE

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 443 116 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

- 5 Procedimiento e instalación de combustión de gas combustible pobre, sin soporte, con ayuda de un quemador y quemador asociado
- 10 La invención se refiere a un procedimiento para realizar la combustión de un gas combustible pobre sin llama auxiliar de soporte, con ayuda de un quemador que comprende un cabezal de combustión sobre un eje central, en el que se crea una mezcla de gas combustible y de aire de combustión en rotación alrededor del eje central, delante del cabezal de combustión.
- 15 También se refiere a una estructura de quemador, concretamente de gran potencia, para la puesta en práctica del procedimiento y a cualquier instalación de combustión de gas que use este quemador.
- 20 La invención encuentra aplicación, en particular, en las diferentes instalaciones siguientes:
- calderas de gases de poderes caloríficos muy bajos, gases de recuperación (gases de alto horno,...), biogases y gases de descargas, gases procedentes de diversos procedimientos;
 - torres de quemado y antorchas de gases pobres, residuales y biogases;
 - hornos y estufas de calentamiento y secado de diversos materiales y productos;
 - hornos y dispositivos de secado y tratamiento de lodos residuales de diversos procedimientos;
 - instalación de quemado de compuestos orgánicos volátiles "COV". Estos compuestos proceden de secados o de cocciones en diferentes procedimientos; se trata con frecuencia de vapores de disolventes o de aceites y se encuentran a concentraciones muy bajas (de un pequeño % a algunos ppm o trazas) en gases vectores neutros o en aire. Pueden bloquearse mediante filtros dedicados o destruirse por vías térmicas. La baja concentración no permite quemarlos directamente y el gran volumen de aire que los contiene perturba en gran medida la combustión de los quemadores "clásicos".
- 25 Por gas pobre se entiende cualquier gas de bajo poder calorífico (PCi) inferior a 138 kJ (3000 Kcal) por m³ y en particular cualquier gas muy pobre que presente un PCi inferior a 4200 kJ (1000 Kcal) y que esté relacionado más particularmente con el objeto de la presente invención.
- 30 Los quemadores de gases pobres o residuales comprenden generalmente diferentes conductos de alimentación de fluidos combustibles al cabezal del quemador, estando los conductos configurados, concretamente de forma coaxial, de manera que implementan una o varias coronas de combustibles centradas sobre el eje del quemador.
- 35 Se describe un quemador de este tipo en el documento US 6 019 595.
- 40 Estos fluidos combustibles se distribuyen generalmente en un flujo de aire de combustión o en la periferia de este último.
- 45 Las disposiciones anteriores tienen la finalidad de realizar una mezcla de aire/combustible suficiente que permita una combustión localizada y estabilizada en el cabezal del quemador.
- 50 En las calderas de grandes potencias (>100 MW) que comprenden varios quemadores (>4 quemadores), generalmente se distribuye el aire de combustión a partir de un cajón común a los diferentes quemadores y se pone en rotación mediante mariposas regulables desde el exterior por medio de elementos de desviación y de bieletas.
- 55 Este aire de combustión se lleva generalmente al cabezal del quemador (denominado a continuación de combustión) en un flujo, incluso en dos.
- 60 Estos quemadores comprenden generalmente tubos de distribución de gas rico en corona periférica y tubos auxiliares (quemador de encendido, tubo de control de presencia de llama,...) que perturban la rotación del flujo de aire.
- 65 La mayoría de los quemadores de gases pobres o residuales son de diseños complejos y requieren regulaciones y ajustes aleatorios y condiciones de explotación muy rígidas, debiéndose una parte importante de los incidentes a la inestabilidad de la combustión, generando la estabilización de la llama paradas inoportunas de la instalación.
- Estos quemadores requieren el calentamiento del combustible y sobre todo del aire de combustión a temperaturas elevadas (de 250 a 350°C) para mejorar la combustión, lo que supone más material adaptado y costes adicionales.
- Los combustibles pobres son generalmente muy difícilmente combustibles ya que están constituidos en su mayor

parte por gases neutros, y se presentan distribuidos en grandes volúmenes y a bajas presiones.

5 Sus mezclas con el aire de combustión son muy difíciles de obtener en proporciones adecuadas teniendo en cuenta los volúmenes empleados, lo que interfiere considerablemente con la combustión y no favorece la estabilidad y la estructura de las llamas obtenidas.

La inestabilidad de las llamas producidas provoca variaciones de presiones importantes en el hogar, lo que genera vibraciones de la estructura de las calderas o instalaciones afectadas.

10 Debido a ello, los quemadores requieren siempre una llama de soporte, que representa del 10 al 20% de la potencia total del quemador, para garantizar la estabilidad de la llama principal y garantizar la seguridad de la instalación. Las normas de funcionamiento EN 746-2 imponen disponer de sistemas de llama de soporte en los quemadores.

15 Estas llamas de soporte se obtienen con gases ricos (gas natural, gas de petróleo licuado (GPL): butano y propano).

Esta obligación aumenta la complejidad del quemador y genera inevitablemente sobrecostos de explotación muy importantes teniendo en cuenta el precio de los gases ricos.

20 Estos quemadores requieren con frecuencia una explotación con un exceso de aire importante con el fin de que todas las fracciones combustibles puedan encontrar oxígeno para arder en su totalidad y garantizar la calidad de los productos de combustión, lo que hace que baje enormemente el rendimiento, aumente el consumo específico de gas rico y por tanto el coste de explotación y agrava inevitablemente el nivel de emisiones contaminantes.

La invención tiene como objetivo resolver los inconvenientes mencionados anteriormente.

25 Se refiere en particular a un diseño de quemador que permite:

- la supresión de un soporte con gas rico;

30 - la supresión del calentamiento del gas o del aire de combustión;

- la reducción del contenido en oxígeno de los humos;

35 - la supresión de las vibraciones;

- la reducción del consumo eléctrico de los ventiladores de aires y humos.

40 Un principio de base preferido del procedimiento es fraccionar al máximo la cantidad de aire necesaria para la combustión e incorporarla lo antes posible y lo más íntimamente posible en el flujo gaseoso combustible (o a la inversa), mejorando la mezcla mediante impactos de chorros a gran velocidad, creando turbulencias y poniendo la mezcla en rotación máxima para reducir la velocidad axial de la mezcla y garantizar la compacidad y la continuidad de la combustión.

45 Para reducir la velocidad axial y aumentar la superficie de la llama, el gas pobre se pone en rotación mediante aletas y la corriente particular de la fracción de aire de combustión aportada en la periferia en la salida del quemador.

50 Dado que los gases pobres tienen un gran volumen, es difícil mezclar íntimamente los elementos combustibles de este gas con el oxígeno del aire de combustión. Para paliar esta dificultad, la invención consiste en fragmentar el aire de combustión y en incorporar progresivamente cantidades elegidas en el flujo de gas pobre según un procedimiento tal como se describe en la reivindicación 1.

55 El procedimiento consiste por tanto en realizar una premezcla de aire-combustible (fuera del límite de inflamabilidad), preferiblemente en el cuerpo del quemador, y en aportar al cabezal del quemador sólo el complemento de aire a ambos lados de esta mezcla por medio de chorros a una velocidad muy grande (superior a 80 m/s) haciendo que el gas quede "intercalado".

El aire de combustión llevado al cabezal del quemador tiene corrientes específicas a gran velocidad:

60 - el aire central se expulsa en rotación y en corriente divergente para penetrar en el gas pobre;

- el aire periférico es convergente y con gran rotación.

Estas dos corrientes de aire también tienen cada una como función implementar un obstáculo frente a eventuales "retornos de llama" a un régimen bajo o durante una parada de la instalación.

65 Según modos particulares de puesta en práctica del procedimiento:

- el flujo complementario es un flujo de aire;

- el flujo de premezcla se obtiene mediante incorporación de aire de premezcla en del gas combustible;

- la incorporación se obtiene en un cajón conectado al quemador;

- la incorporación se realiza en una entrada del gas combustible en el quemador mediante inyección de aire de premezcla en el gas combustible de manera que se arrastra el gas combustible a un espacio de premezcla, se realiza la premezcla mediante turbulencias como resultado de la inyección y se dirige la premezcla en dirección al cabezal de combustión al tiempo que se inicia una rotación alrededor del eje central;

- la mezcla de gas combustible y de aire de combustión se realiza mediante incorporación de una cantidad necesaria fragmentada de uno en el otro mediante numerosos chorros orientados.

Según otro modo de puesta en práctica del procedimiento:

a) el flujo de aire complementario central se expulsa en rotación delante del cabezal de combustión y en corriente divergente para penetrar en el flujo de premezcla,

b) el flujo de aire complementario periférico se expulsa en corriente convergente y con gran rotación en espiral.

La invención también tiene por objeto un quemador para gas combustible pobre según el objeto de la reivindicación 9.

El quemador se distingue principalmente porque está configurado de manera que se expulsa delante del cabezal de combustión:

- un flujo de premezcla no inflamable que contiene una mezcla de aire de premezcla y de gas combustible,

- un flujo complementario de manera que se alcanza un umbral de inflamabilidad de la mezcla delante del cabezal de combustión, expulsándose dicho en el centro del flujo de premezcla por medio de un flujo de aire complementario central y/o alrededor del flujo de premezcla por medio de un flujo de aire complementario periférico.

Según la invención, el quemador está configurado de manera que divide un flujo de aire en al menos un flujo de aire de premezcla y un flujo de aire complementario que comprende al menos un flujo de aire complementario central y/o un flujo de aire complementario periférico.

La invención también tiene por objeto una instalación de combustión de un gas combustible que pone en práctica el procedimiento o que comprende al menos un quemador según la invención.

Según una característica ventajosa, la instalación pone en práctica o comprende al menos dos quemadores configurados de manera que el movimiento de rotación global como resultado de sus flujos de mezcla delante del cabezal de combustión se engrana en un sentido común.

Otras particularidades y numerosas ventajas de la invención se desprenderán tras la lectura de la siguiente descripción, facilitada a modo de ejemplo ilustrativo y no limitativo, y realizada con referencia a las figuras adjuntas para las que:

- la figura 1 ilustra una instalación de combustión de gas pobre dotada de un quemador según un modo de realización de la invención;

- la figura 2 ilustra una vista en sección según el eje AA de la figura 1;

- la figura 3 ilustra la parte trasera del quemador según una vista desde la derecha B de la figura 1;

- la figura 4 ilustra una vista en sección parcial de una viga según la sección CC de la figura 2;

- la figura 5 ilustra una vista desde abajo parcial según D-D de la figura 4;

- la figura 6 ilustra una vista principal aislada del cajón 7 del quemador de la figura 1;

- las figuras 7, 8, 9 ilustran respectivamente diferentes vistas de la figura 6: una vista en sección según E-E, una vista desde la derecha según F y una vista desde la izquierda según G;

- las figuras 10, 11 y 11A ilustran respectivamente una vista principal aislada del tubo central 13 del quemador de la

figura 1, una vista desde la izquierda según H y una vista desde la derecha; comprendiendo la figura 10 elementos (36, 56, 57) asociados al uso de gas rico que no forman parte de la invención;

- la figura 12 ilustra una vista principal aislada de la barra central 50 según la figura 1;

- la figura 13 ilustra una vista de una variante de realización que no forma parte de la invención de un cono de quemado de la barra central;

- la figura 14 ilustra un detalle 1 de la figura 9;

- las figuras 15, 16 ilustran respectivamente las secciones según L-L y K-K de la figura 14;

En la figura 1 se muestra una instalación 1 para la combustión de gas combustible pobre usando un quemador 2 dispuesto entre cuatro partes principales ZA, ZB, ZC, ZD separadas por tres paredes 3, 4, 5.

Las partes representan, respectivamente, una zona ZA de hogar en la que se realiza la combustión, una zona ZB que contiene, o está en comunicación con, el gas pobre combustible, una zona ZC que contiene, o está en comunicación con, aire de combustión, una zona ZD exterior a la instalación a la que pueden acceder personas.

La instalación es por ejemplo una instalación de producción de vapor sobrecalentado de 40 T/hora en la que debe quemarse gas de altos hornos, a temperatura ambiente (humedad = 2,5% de H₂O en volumen), alimentado a baja presión (<0,029 bares (300 mm de CE) de presión relativa) y con una composición media en gas seco: N₂=58%, H₂=1,7%, CO₂=20,3%, CO=20% (PCi = 2760 kJ/m³n (660 kcal/m³n)), debiendo contener los productos de combustión menos de 50 ppm de CO con menos del 1% de oxígeno en estos humos.

La inflamabilidad de este gas ocurre cuando hay del 35% al 73% de gas en la mezcla.

El quemador comprende un cabezal de combustión 6 que desemboca en la zona A del hogar; el cabezal está centrado sobre un eje central X que resulta ser, en este caso, el eje principal del quemador en la medida en que éste presenta una forma general de revolución alrededor de este eje.

El quemador también comprende medios de alimentación de este cabezal, que son adecuados para expulsar un flujo de aire y de gas combustible en rotación alrededor de un eje central centrado sobre el cabezal de combustión.

Este cabezal, que constituye el extremo delantero del quemador, está destinado a recibir delante o sobre el mismo, en la parte izquierda de la figura, un flujo de gas combustible y de aire de combustión que se pone en rotación alrededor del eje central, con medios de alimentación de este cabezal previstos para ello, que se describen más adelante.

El quemador también comprende un cajón central 7 conectado al cabezal y aguas arriba del mismo (con respecto al sentido en el que discurren los flujos), dispuesto en la zona ZB entre las paredes 3 y 4, y que tiene al menos una luz 8 que desemboca en esta zona ZB.

En la zona ZC se encuentra un extremo trasero 7B del quemador conectado al cajón 7, aguas arriba del mismo, y que presenta al menos un acceso para al menos una llegada de aire de combustión de la zona ZC.

La alimentación con aire en el ejemplo preferido se realiza totalmente por la cara trasera del quemador para obtener varias ventajas:

- garantizar la estanqueidad del conjunto,
- facilitar el acceso a los controles de aire de premezcla,
- poder instalar el quemador en un cajón de aire,
- poder realizar, según la aplicación, alimentaciones separadas de diferentes aires de combustión.

Según la invención, el procedimiento puede comprender una primera etapa en la que se divide un flujo de aire destinado a la combustión en al menos un flujo de aire de premezcla y un flujo de aire complementario. El aire complementario está constituido por al menos un flujo de aire central y/o por un flujo de aire periférico.

En el ejemplo ilustrado se usa a la vez el flujo de aire central y el periférico para una mejor eficacia y flexibilidad de uso y la división se realiza mediante diferentes entradas del aire en la parte trasera del quemador o encaminamiento del aire en el quemador.

Para ello, en el ejemplo de realización ilustrado, el quemador está configurado para dividir el aire procedente del

espacio ZC en varios flujos. Comprende varias llegadas o accesos en su extremo trasero: un acceso central 9 para recibir una llegada de flujo de aire central, un acceso 10 periférico para recibir una llegada de aire periférico y al menos un acceso principal 10A para recibir una llegada de aire de premezcla. Pueden añadirse otros accesos tal como se indica más adelante.

5 En una variante de puesta en práctica, esta etapa de división puede realizarse de otro modo, por ejemplo mediante tuberías externas en el exterior del quemador, y cada uno de los flujos de aire puede llevarse mediante estas tuberías independientes y externas.

10 En una segunda etapa de este modo de puesta en práctica, se expulsa delante del cabezal de combustión un flujo de premezcla, que contiene una mezcla de aire de premezcla y de gas combustible, en rotación alrededor del eje central, siendo el flujo de premezcla no inflamable en la medida en que se mezcla a una tasa alejada de los intervalos de inflamabilidad, por ejemplo superior a un umbral de inflamabilidad. En efecto, en el ejemplo descrito se pasa de una tasa de gas pobre del 100% a una tasa del 80-85% de gas (en la mezcla gas+aire) mientras que los límites de inflamabilidad son del 30 al 73% de gas en la mezcla.

15 Esto supone que la premezcla y la puesta en rotación de esta última se realizan previamente, tal como se expone a continuación.

20 Para mejorar la combustión y garantizar una buena estabilización de la llama, resulta interesante e importante realizar una premezcla lo más importante posible y lo antes posible.

Para esta segunda etapa, el quemador, en el ejemplo descrito, está configurado para realizar la premezcla previamente en el interior del mismo, en este caso en un espacio 16 denominado de premezcla del cajón 7.

25 También está configurado para poner la premezcla en rotación. Esta rotación, en el ejemplo ilustrado, también se realiza preferiblemente en el cajón aguas arriba del cabezal de combustión.

30 Para ello, los accesos de aire de premezcla 10A mencionados anteriormente desembocan en el cajón del mismo modo que las luces de acceso 8 de gas combustible para que se realice en ese punto una premezcla con ayuda de medios de mezclado 11 descritos más adelante.

35 Para el gas en cuestión del ejemplo, la mezcla se realiza a una tasa superior del 5 al 20% con respecto al umbral de inflamabilidad con una tasa de aire insuficiente (las proporciones van del 78 al 95% de gas en la mezcla).

Por motivos de seguridad y de eficacia, se prefiere adoptar una tasa inferior del 10 al 20% del aire total que debe proporcionarse.

40 En una variante, para determinadas aplicaciones, puede ponerse en práctica el procedimiento realizando una premezcla con una tasa de gas combustible insuficiente en las mismas proporciones del 5 al 20% o con proporciones diferentes para aplicaciones particulares de biogás o de quemados de COV.

45 En una tercera etapa de puesta en práctica, el flujo complementario se expulsa en el centro del flujo de premezcla por medio del flujo de aire complementario central y/o alrededor del flujo de premezcla por medio del flujo de aire complementario periférico, de manera que se alcanza el umbral de inflamabilidad en el cabezal de combustión.

En el ejemplo descrito, la expulsión del flujo complementario se realiza a la vez en el centro y en la periferia de manera que se alcanza una mejor mezcla final.

50 Para ello, el quemador está configurado para hacer que desemboque el flujo de premezcla en forma de corona 12 situada entre una tubería central 13 y la periferia 14 del extremo delantero del cajón.

Según un modo de puesta en práctica del procedimiento, el flujo de premezcla se obtiene mediante incorporación de aire de premezcla en gas combustible.

55 En efecto, los combustibles pobres, generalmente residuales, se distribuyen a presiones muy bajas y, teniendo en cuenta los volúmenes importantes puestos a menudo en práctica, es importante facilitar la corriente de estos gases mediante efectos de arrastres mecánicos.

60 Para esta puesta en práctica, el quemador comprende los medios de incorporación 11 mencionados anteriormente que inyectan aire en el gas combustible.

La incorporación se realiza directamente en un recinto del cajón que tiene un espacio de premezcla 16 (figura 2) delimitado entre una tubería central 13 y una pared interna 31 del cajón.

65 Según un modo de puesta en práctica, la incorporación se realiza mediante inyección de aire de premezcla, en una

entrada del gas combustible en el quemador de manera que:

- se arrastra el gas combustible a un espacio de premezcla 16,

5 - se realiza la premezcla mediante turbulencias como resultado de la inyección,

- y se dirige la premezcla en dirección al cabezal de combustión al tiempo que se inicia una rotación alrededor del eje central.

10 Para ello, el quemador puede comprender medios de inyección que comprenden boquillas 17 u orificios calibrados direccionales de gran caudal dispuestos en los medios de incorporación 11 perfilados y orientados hacia el espacio de premezcla 16 a nivel de las luces 8.

15 El gas situado en la proximidad y alrededor de las luces 8 se arrastra por la depresión generada por los chorros de aire en la salida de las boquillas, se dirige mediante la orientación de los chorros y se mezcla mediante las turbulencias de los chorros. También se inicia un movimiento de rotación de la mezcla a este nivel en el espacio de premezcla mediante la orientación de los chorros de aire.

20 Estos medios de inyección tienen preferiblemente un régimen permanente.

25 Los medios de incorporación comprenden medios de inyección de aire de premezcla dispuestos de manera que se realiza una incorporación de aire en paralelo al eje central y dirigiendo el flujo de premezcla en dirección al cabezal de combustión. Estos medios de inyección tienen un régimen progresivo según el nivel de potencia usada y pueden estar formados, como en el ejemplo ilustrado, por tubos 21 alrededor de orificios 22 en la pared 23 del extremo trasero del quemador (figuras 3, 10, 11). Estos tubos tienen preferiblemente longitudes diferentes y su número es de cinco en el ejemplo. Se extienden al interior del espacio de premezcla a partir de llegadas de aire o de orificios 22 dispuestos en la pared 23 o cara trasera del quemador.

30 Los orificios 22 se obturan preferiblemente mediante válvulas (no ilustradas) maniobrables mediante resortes tarados o controles eléctricos.

Las válvulas pueden disponerse en los orificios con o sin tubos. Los tubos permiten, por un lado, evitar que se perturben las corrientes respectivas y, por otro lado, llevar aire en puntos diferentes con garantía de su distribución.

35 Los orificios tienen un tamaño determinado de manera que se evita encontrarse de manera muy excesiva en los límites de inflamabilidad, y que haya localmente condiciones favorables para una combustión que deterioraría el quemador.

40 Según un modo de puesta en práctica, el flujo de aire complementario central se expulsa en rotación delante del cabezal de combustión y en corriente divergente para penetrar en el flujo de premezcla y el flujo de aire complementario periférico se expulsa en corriente convergente y con gran rotación en espiral.

45 Para ello, el quemador está configurado en el ejemplo con un deflector cónico 18 en la salida de la tubería central 13 y aletas 19 en la tubería que ponen el flujo de aire central en rotación. También pueden resultar convenientes otros medios equivalentes, tales como por ejemplo orificios calibrados direccionales o luces orientadas en una pared de separación.

50 Preferiblemente, el aire central es divergente con un ángulo en el vértice de 60 a 180° o de 30 a 90° con respecto al eje del quemador.

Esta expulsión así producida permite obtener una buena penetración del aire en la premezcla de manera que se completa lo mejor posible la tasa de aire que falta.

55 El flujo de aire central del ejemplo ha penetrado previamente en la entrada 9 en el conducto interno de la tubería 13, en el espacio anular alrededor de la barra central 51.

Dado el caso, este aire central puede tener otra función, que se explica más adelante, que es alimentar en su base de expulsión un gas rico que se distribuirá en corona alrededor del aire central durante su uso en arranques.

60 En cuanto al aire complementario periférico, el quemador está configurado con boquillas de inyección 20a, 20b dispuestas en una corona 14 del extremo delantero o cara delantera del cajón 26a. Las boquillas están a la vez orientadas tangencialmente a un círculo centrado sobre el eje central y orientadas hacia delante. La rotación en espiral se obtiene mediante esta doble inclinación de las boquillas.

65 El aire periférico envuelve el flujo de gas pobre y acentúa la rotación. Se distribuye a gran velocidad y optimiza la mezcla.

Las boquillas 20a, 20b se alimentan por el espacio de preexpulsión periférico 30 situado en una pared doble del cajón en la parte delantera del cajón, a su vez alimentado mediante los medios de llegada 10A dispuestos en la proximidad del extremo trasero 26b del cajón.

5 A continuación van a describirse subpartes del quemador, en referencia a las figuras correspondientes, a saber, el cajón, el tubo central y la barra central.

El cajón del quemador:

10 En referencia a las figuras 6 a 9, el cajón 7 tiene una forma general de revolución y comprende:

- una pared doble periférica formada por una pared externa 24 y una interna 25,

15 - un extremo delantero o cara delantera 26a, formada por una corona 14 que comprende los medios de inyección periférica 20a, 20b;

- un extremo trasero o cara trasera 7B que comprende diferentes llegadas o alimentaciones 10, 10A al menos de flujo de aire periférico y de premezcla,

20 - un espacio 27 de circulación de aire delimitado por la pared doble que permite poner los dos extremos 26a y 26b en comunicación,

25 - luces de admisión 8 en la pared doble periférica, estando estas luces destinadas a interponerse entre un espacio interno 16 en el cajón, denominado espacio de premezcla, y el exterior,

30 - conductos, en forma de vigas huecas 11, situados en el grosor de la pared doble. Estos conductos se extienden entre las luces 8, entre un espacio de recepción de flujo de aire 10A o llegada dispuesto en el extremo trasero 7B y un espacio de preexpulsión 30 del aire periférico situado en el extremo delantero,

- boquillas de inyección de aire de premezcla 17 dispuestas bajo los conductos. Estas boquillas están configuradas de manera que se realiza dicha primera inyección permanente de aire de premezcla; estos conductos y las boquillas forman partes de los medios de incorporación mencionados anteriormente.

35 Estas boquillas son de hecho perforaciones de salida dispuestas en la corona, una de cuyas funciones es cerrar el extremo delantero de la pared doble del cajón; cerrándose el otro extremo trasero de la pared doble mediante una pared 23B.

40 Estas perforaciones se comunican con el espacio de preexpulsión 30 de la pared doble y desembocan en el exterior a través de una pared interna del cajón; las boquillas están dispuestas en la corona estando desplazadas con respecto al eje radial R del cajón e inclinadas hacia delante con respecto a un plano perpendicular al cajón.

45 Las boquillas están desplazadas e inclinadas de diferentes maneras según una alternancia. Los ángulos propuestos son específicos para esta potencia de quemador, pero se modificarán inevitablemente para otro tamaño de quemador. Estos ángulos se determinan para que los chorros de los orificios consecutivos no se vean perturbados, y que no lleguen a golpear contra el extremo del tubo 13 ni interfieran en la corriente de los fluidos que salen de la corona de gas contenida entre 13 y 56, ni en el aire complementario central divergente. Este cono divergente debe casi "engranarse" con el chorro complementario periférico convergente cuyo ángulo es el más cerrado (en este caso 15°). El ángulo del orificio siguiente está más abierto con el fin de continuar, más adelante en la rotación, el trabajo del orificio anterior.

50 Una primera serie de boquillas (20a) puede estar inclinada de 5° a 45° hacia delante, (prefiriéndose 15° en el ejemplo de realización) y de 30 a 65° con respecto al eje radial (R), (prefiriéndose 44° en el ejemplo) y una segunda serie de boquillas (20b) inclinadas de 25 a 65° hacia delante (prefiriéndose 45° en el ejemplo) y de 30 a 70° con respecto al eje radial (prefiriéndose 53° en el ejemplo).

55 El cajón también puede comprender orificios 55 dispuestos en la pared interna 25 a nivel de la cámara de preexpulsión 30. Estos orificios permiten alimentar el dispositivo de aletas 37 a partir de la cámara 30 para mejorar la mezcla de aire/gas pobre entre las aletas.

El tubo central:

60 En referencia a las figuras 10 y 11, un tubo central 13, destinado a montarse centrado sobre el eje central, está dimensionado para extenderse longitudinalmente entre los dos extremos del cajón y ponerlos en comunicación.

65 Este tubo comprende:

- una superficie externa 35 destinada a delimitar el espacio de premezcla con la pared interna 25 o cara interna 31 de la pared doble del cajón, y una superficie interna 52;

5 - medios de fijación al cajón y de recepción de un cajón 36 de aire o de gas dispuesto(s) en la parte trasera del tubo;

10 - un primer dispositivo de aletas 37, dispuesto en la parte delantera del tubo; extendiéndose dichas aletas 37 en el espacio en el que discurre la premezcla entre la pared externa 35 del tubo y la pared interna del cajón 25 o cada interna 31; están perfiladas de manera que se crea una rotación del flujo de premezcla mientras discurre hacia la salida del cajón; un espacio entre el cajón y el tubo forma un conducto 38 (figura 1) en forma de corona, destinado a transportar el flujo de aire de premezcla;

15 - una pared 23 que forma un reborde radial del tubo central, separando dicha pared el espacio de premezcla con la parte trasera del tubo central a su vez en comunicación con el cajón de aire.

La barra central:

20 En referencia a la figura 12, la barra central 51 está destinada a disponerse en el tubo central 13 y centrada sobre el eje central.

El quemador también comprende un segundo dispositivo de aletas 19 dispuesto en el interior y en la proximidad de la parte delantera del tubo central.

25 Las aletas están fijadas, en el ejemplo, en la barra central 51 que atraviesa el tubo central; están destinadas a extenderse desde la superficie de la barra 50 hasta la pared interna 52 del tubo central.

30 El quemador también puede comprender un “cono de quemado” 18 que forma un deflector situado aguas abajo del tubo central y separado del mismo de manera que se produce un escape divergente del flujo de aire central. En el ejemplo ilustrado, el cono de quemado está dispuesto en el extremo delantero de la barra axial 51.

El gas se expulsa en el extremo de la barra, según un ángulo divergente definido por par una serie de orificios calibrados 54 dispuestos en corona alrededor del deflector cónico 18 que permite expulsar este gas en una circunferencia máxima.

35 Preferiblemente, para obtener mejores resultados, el deflector cónico puede ser un deflector 18b que comprende un dentado periférico 52, y que tiene orificios centrales 53 que desembocan en el interior del conducto de la barra central.

40 De una manera general, el quemador está dimensionado para recibir, en régimen normal de funcionamiento, una expulsión de flujo complementario a una velocidad muy grande superior a 100 m/s mientras que el flujo de premezcla se expulsa a una velocidad comprendida entre 40 y 80 m/s.

45 En una variante que no forma parte de la invención, el quemador puede comprender una alimentación de gas rico. En el ejemplo, el gas rico se lleva a presión en la periferia del tubo central directamente al espacio de premezcla.

Preferiblemente, para quemadores de potencias muy grandes (superiores a 20 megavatios), el gas rico se distribuye alrededor del tubo central de manera que se mezcla íntimamente con la premezcla.

50 Para ello, el tubo central puede comprender:

- un cajón anular 36 de recepción y de distribución del gas alrededor de varios orificios que atraviesan la pared trasera 23 en forma de reborde anular del tubo central;

55 - una porción de tubo 56 dispuesta en la pared doble parcial alrededor del tubo central de manera que se transporta el flujo que entra en la cámara de premezcla sensiblemente hasta una media distancia de la cámara;

- y un cono de conexión 57 de la pared doble al cajón por medio del reborde de manera que se recoge el gas rico;

60 - de manera auxiliar, un deflector anular 58 colocado separado del extremo de la pared doble de manera que se hace divergir el gas rico y se favorece una agitación con el aire;

65 - alternativamente o como complemento al deflector anterior, una serie de orificios 59 calibrados y dispuestos a través del tubo central, está dispuesta en corona justo aguas arriba del deflector 58 de manera que se permite expulsar el aire complementario central en el flujo de gas rico y contribuir así a hacerlo divergir.

Según una variante de realización que no forma parte de la invención, el cajón 36 puede estar conectado a un tubo

de alimentación de gas rico (estando los orificios 10A2 obturados) u otro cajón 36B (no representado) que envuelve al cajón 36 y que está conectado al tubo de alimentación. Pueden disponerse orificios calibrados dispuestos según un ángulo divergente en un casquillo que conecta los dos tubos 13 y 56B en el extremo delantero.

5 Eventualmente, la porción de tubo 56 (pared doble) puede extenderse hasta el extremo del tubo central 13 formando una pared doble central 56B de manera que se expulsa el gas rico directamente al cabezal de combustión alrededor del aire central.

10 Por el contrario, para quemadores de menor potencia que no forman parte de la invención (por ejemplo inferior a 20 megavatios), el gas rico se lleva siempre a presión pero en la barra central. Se expulsa, según un ángulo divergente definido, por una serie de orificios calibrados 53 dispuestos en corona alrededor de un dispositivo particular (deflector con dentados periféricos 52) que permite expulsar este gas en una circunferencia máxima, con el fin de que los chorros de gas rico se inicien lo más cerca posible del aire de combustión, y tengan un impulso máximo golpeando contra la corriente de gas pobre.

15 Estas configuraciones anteriores permiten obtener una llama consistente y de estructura continua y de superficie máxima (optimización de las transferencias térmicas en el hogar). El gas rico se alimenta de este modo con aire de combustión en su base independientemente de la composición/proporción de los combustibles: gas único y puro o gases en mezclas.

20 El quemador está diseñado en módulos mecanosoldados que permiten un máximo de flexibilidad y de facilidad de diseño, de adaptación, de construcción, de instalación y de mantenimiento, sabiendo que:

- el aire de combustión puede estar más o menos caliente,
- para instalaciones de quemadores múltiples dispuestos unos al lado de otros, los sentidos de rotación de los fluidos deben engranarse para no perturbar la combustión y las corrientes en el hogar,
- permite sustituir fácilmente quemadores existentes.

30 Ahora van a describirse las posibles corrientes de los diferentes flujos según un modo de funcionamiento del quemador.

35 Se aporta una llama de encendido delante del cabezal del quemador por medio de un tubo de guiado del quemador de encendido 60 (figura 1). Entonces se activa el circuito de aire permanente mediante una bomba (no representada) que insufla aire de combustión en la parte trasera del quemador poniendo el cajón de alimentación de aire ZC a presión.

40 Una fracción del aire de combustión penetra en la pared doble 27 del cajón (figura 6) a través de los orificios de entrada 10 por ejemplo rectangulares y dispuestos en la pared anular 23B que cierra la pared doble en la parte trasera; mientras que otra fracción penetra directamente en el doble cajón hacia las boquillas 20a, 20b.

45 Una parte de esta fracción penetra en las vigas 11 (figura 8) mientras que la otra parte alimenta directamente una cámara de preexpulsión de aire periférico 30 mediante una pared doble parcial del cajón (figura 7) denominada de inflexión que carece de luces y que se extiende en un ángulo de aproximadamente 90° entre paredes radiales 32 y 33.

50 Las vigas se ponen a presión y se escapa aire de combustión desde las boquillas en dirección tangencial (figura 7) a un círculo centrado sobre el eje central y hacia las aletas del primer dispositivo de puesta en rotación.

55 El gas de combustión que puede estar a ligera presión (generalmente inferior a (0,02 bares (200 mm de CE)) entra transversalmente en el cajón por un efecto de arrastre de los chorros de aire a nivel de las aberturas 8 entre las vigas 11; las turbulencias realizan una premezcla o agitación en el espacio de premezcla 16 del cajón en la entrada del dispositivo de aletas (figura 7) concretamente mediante inflexión contra la pared de inflexión 31.

Dado que las vigas también desembocan en la cámara de preexpulsión 30 de aire periférico, contribuyen a conducir aire a la misma además del transportado por el interior de la pared doble de inflexión o de guiado 24, 25.

60 También penetra aire de combustión por la entrada 9 del tubo central 13 (figuras 10, 11) y desemboca directamente a nivel del cabezal 6 después de haber pasado al espacio entre las aletas del segundo dispositivo de aletas 19 (figura 2) en el que adopta un movimiento de rotación. Este aire sale delante del cabezal de manera divergente por medio del deflector cónico 18 colocado delante.

65 Durante este tiempo, el aire periférico se expulsa desde la cámara 30 (figuras 9, 14-16) en forma de dos torbellinos mediante las boquillas periféricas 20a, 20b delante del cabezal de combustión

Cuando la premezcla llega a la salida antes del quemador donde se expulsa en un torbellino anular, queda aprisionada y se agita mediante los dos flujos de aire central y periférico que penetran íntimamente en la misma.

5 Los sentidos de rotación de los diferentes flujos de aire pueden ser contrarios al del flujo de premezcla pero preferiblemente son en el mismo sentido.

Dado el caso, puede entrar aire complementario en la cámara de premezcla por los tubos 21 o válvulas (figuras 10, 11) dispuestas en una pared anular 23 que forma un reborde del tubo central y enriquecer la mezcla con aire.

10 También puede provenir aire de la parte trasera del cajón 36 por orificios 10A2 y enriquecer la premezcla.

Dado el caso (figura 6), puede escaparse aire del cajón a partir de la cámara de preexpulsión 30 a través de los orificios 55 dispuestos en la pared inferior del cajón y penetrar radialmente en el dispositivo de aletas 37 entre las aletas. Esto permite mejorar la agitación de la mezcla de gas con el aire.

15 En caso de uso de varios quemadores dispuestos en proximidad unos de otros en una cámara de combustión de una instalación, debe tenerse cuidado de que los diferentes torbellinos se engranen. Para ello, debe adaptarse la orientación de diferentes boquillas y de aletas. Por ejemplo, los torbellinos periféricos deben ser contrarios entre dos quemadores.

20 Así, la invención proporciona las siguientes ventajas:

- la llama es estable y está correctamente estabilizada, y se eliminan todas las vibraciones debidas a las inestabilidades de la combustión;

25 - no se requiere ninguna regulación;

- es posible una fragmentación del aire de combustión en más de dos, incluso más de tres fracciones;

30 - no hay ninguna necesidad de combustible de soporte para compensar irregularidades de mezclado o pobreza del gas combustible, ni dispositivos o equipos asociados, lo que permite ahorrar combustible rico en caso de escasez de gas pobre;

35 - supresión del calentamiento de gas o del aire de combustión como resultado de la capacidad del quemador para quemar correctamente gases de PCi muy bajos ($< 3140 \text{ kJ/m}^3$ (750 Kcal/m³)) en gas frío y aire frío; generalmente, el calentamiento del aire de combustión de un quemador de 20 MW se realizaba a 200°C;

40 - reducción del contenido en oxígeno de los humos debido a una combustión muy buena gracias a una mezcla de aire-combustible optimizada. El contenido en oxígeno de los humos se ha reducido al 0,6 - 1% en lugar de 2%;

- hay un aumento de la temperatura de llama de 60 a 80°C, lo que provoca un gran aumento de las transferencias térmicas en los hogares (+15%). La productividad de la caldera mejora de hecho si puede seguir un recalentamiento;

45 - hay una reducción importante de las pérdidas en los humos (a temperatura constante) ya que el volumen de humos se reduce en la misma proporción que el factor de aire, es decir del 10 al 15%. El rendimiento de la caldera mejora debido a ello en al menos 1 punto. Para una caldera de 100 MW, esto representa más de 10 GWh/año de combustible;

50 - reducción del consumo eléctrico de los ventiladores de aire y humos que deben agitarse en la medida en que los volúmenes de aire y de humos que deben agitarse son más reducidos, también se obtiene como resultado una disminución del tamaño de los ventiladores de soplado y de aspiración del orden del 15 al 20% y una reducción de su consumo de más del 10%.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para realizar la combustión de un gas combustible pobre con ayuda de al menos un quemador que comprende un cabezal de combustión sobre un eje central (x), **caracterizado porque** se crea una premezcla no inflamable que contiene aire de premezcla y un gas combustible pobre y **porque** dicho procedimiento comprende las siguientes etapas según las cuales se expulsa delante del cabezal de combustión:
- la premezcla no inflamable en un flujo de premezcla en rotación alrededor del eje central,
 - un flujo complementario de manera que se alcanza un umbral de inflamabilidad de la mezcla delante del cabezal de combustión, expulsándose el flujo en el centro del flujo de premezcla por medio de un flujo complementario central y/o alrededor del flujo de premezcla por medio de un flujo complementario periférico,
- realizándose esta combustión sin llama de soporte.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el flujo complementario es un flujo de aire.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado porque** el flujo de premezcla se obtiene mediante una incorporación de aire de premezcla en gas combustible.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado porque** la incorporación se realiza en un cajón conectado al quemador.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 ó 4, **caracterizado porque** dicha incorporación se realiza, en una entrada (8) del gas combustible en el quemador, mediante una inyección de aire de premezcla de manera que esta inyección de aire de premezcla arrastra el gas combustible a un espacio de premezcla, realiza la premezcla mediante turbulencias como resultado de la inyección y dirige la premezcla en dirección al cabezal de combustión al tiempo que se inicia una rotación alrededor del eje central.
6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el flujo complementario se expulsa en rotación, según un mismo sentido de rotación que el flujo de premezcla.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**:
- a) el flujo de aire complementario central se expulsa en rotación delante del cabezal de combustión y en corriente divergente para penetrar en el flujo de premezcla,
 - b) el flujo de aire complementario periférico se expulsa en corriente convergente y con gran rotación en espiral.
8. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la mezcla de gas combustible y de aire de combustión se realiza mediante incorporación de una cantidad necesaria fraccionada de uno en el otro mediante numerosos chorros orientados.
9. Quemador para gas combustible, del tipo que comprende un cabezal de combustión sobre un eje central (x), que comprende:
- medios para crear un flujo de premezcla no inflamable que contiene aire de premezcla y un gas combustible pobre;
 - medios para la puesta en rotación de este flujo de premezcla alrededor de dicho eje central (x);
 - medios para la expulsión del flujo de premezcla puesto en rotación delante del cabezal de combustión;
 - medios que permiten inyectar un primer flujo complementario en el centro del flujo de premezcla de manera que se alcanza un umbral de inflamabilidad de la mezcla delante del cabezal de combustión; y
 - medios que permiten inyectar un segundo flujo complementario periférico alrededor del flujo de premezcla, de manera que se alcanza un umbral de inflamabilidad de la mezcla delante del cabezal de combustión;
- caracterizado porque** dicho quemador comprende además medios de incorporación que comprenden medios de inyección (21) de aire de premezcla, estando dichos medios de inyección dispuestos de manera que se realiza una incorporación de aire en paralelo al eje central de manera progresiva, en función del nivel de potencia usada, y de manera que se dirige el flujo de premezcla en dirección al cabezal de

combustión.

10. Quemador para gas combustible según la reivindicación 9, **caracterizado porque** comprende:

5 - medios para crear un flujo de premezcla no inflamable que contiene aire de premezcla y un gas combustible pobre, y medios para la puesta en rotación de este flujo de premezcla alrededor de dicho eje central (x), y medios para la expulsión del flujo de premezcla puesto en rotación delante del cabezal de combustión, comprendiendo estos medios boquillas (17) u orificios calibrados direccionales de gran caudal dispuestos en medios de incorporación (11) perfilados y orientados hacia un espacio de premezcla (16);

10 - medios que permiten inyectar un primer flujo complementario en el centro del flujo de premezcla delante del cabezal de combustión, comprendiendo estos medios un deflector cónico (18) en la salida de la tubería central (13) y aletas (19) que ponen el flujo de aire central en rotación; y

15 - medios que permiten inyectar un segundo flujo complementario periférico alrededor del flujo de premezcla, delante del cabezal de combustión, estando estos medios constituidos por boquillas de inyección (20a, 20b) dispuestas sobre una corona (14) del extremo o la cara delantera del cajón (26a), estando dichas boquillas a la vez orientadas tangencialmente a un círculo centrado sobre el eje central y orientadas hacia delante.

20 11. Quemador según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** está configurado de manera que se divide un flujo de aire en al menos un flujo de aire de premezcla y un flujo de aire complementario que comprende al menos un flujo de aire complementario central y/o un flujo de aire complementario periférico.

25 12. Quemador según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado porque** está configurado de manera que el flujo complementario se expulsa en rotación, según un mismo sentido de rotación que el flujo de premezcla.

30 13. Quemador según la reivindicación 9, **caracterizado porque** los medios de incorporación también comprenden medios de inyección (17) para realizar una inyección permanente de aire de premezcla en un espacio de premezcla (16) aguas arriba del cabezal de combustión, estando dicho espacio destinado a estar en comunicación con un recinto (ZB) que contiene el gas combustible, realizándose dicha inyección de manera que se arrastra el gas combustible al espacio de premezcla (16), se realiza la premezcla mediante turbulencias como resultado de la inyección y se dirige la premezcla en dirección al cabezal de combustión (6) al tiempo que se inicia una rotación alrededor del eje central (x).

35 14. Quemador según una de las reivindicaciones 9 a 13, **caracterizado porque** comprende un cajón cilíndrico (7) que tiene:

40 - una pared doble periférica (24, 25), un extremo delantero (26a) configurado para hacer que desemboque en la salida el flujo de aire periférico sobre el cabezal de combustión y un extremo trasero (26b) configurado para recibir al menos flujos de aire, comunicándose los dos extremos entre sí al menos por medio de un espacio de circulación de aire (27) delimitado por la pared doble,

45 - luces de admisión (8) en la pared doble periférica que están destinadas a interponerse entre un espacio interno en el cajón denominado espacio de premezcla (16) y el exterior (ZB) en un recinto que contiene el gas,

50 - conductos, en forma de vigas huecas (11), situados en el grosor de la pared doble y que se extienden entre las luces (8), entre un espacio de recepción (10) de flujo de aire dispuesto en el extremo trasero (26b) y un espacio de preexpulsión (30) del aire periférico situado en el extremo delantero, comprendiendo dichos conductos boquillas de inyección de aire de premezcla (17) configuradas de manera que se realiza dicha inyección permanente de aire de premezcla.

55 15. Quemador según la reivindicación 14, **caracterizado porque** comprende un tubo central (13) centrado sobre el eje central (x) en el interior del cajón cilíndrico (7) y que se extiende entre los dos extremos del cajón (26a, 26b), comprendiendo dicho tubo:

60 - una superficie externa (35) destinada a delimitar el espacio de premezcla (16) con la pared interna (31) de la pared doble del cajón,

60 - medios de fijación al cajón y de recepción de un cajón de aire o de gas (36) dispuesto en la parte trasera del tubo,

65 - un primer dispositivo de aletas (37), dispuesto delante del tubo, estando dichas aletas perfiladas de manera que se crea una rotación del flujo de premezcla mientras discurre hacia la salida del cajón, extendiéndose dichas aletas en el espacio en el que discurre la premezcla entre la pared externa del tubo

(35) y la pared interna (31) del cajón.

- 5 16. Quemador según la reivindicación 15, **caracterizado porque** comprende un segundo dispositivo de aletas (19) dispuesto en el interior y en la proximidad de la parte delantera del tubo central, estando dichas aletas fijadas a una barra central (51) y extendiéndose entre la superficie (50) de la barra y la pared interna (52) del tubo central.
- 10 17. Quemador según las reivindicaciones 1 y 15 ó 16, **caracterizado porque** la segunda inyección de aire se realiza por medio de orificios (22) situados en una pared (23) en forma de reborde del tubo central, separando dicha pared el espacio de premezcla (16) con la parte trasera del tubo central en comunicación con el cajón de aire (ZC), estando dichos orificios obturados por válvulas maniobrables mediante resortes tarados o controles maniobrables.
- 15 18. Quemador según la reivindicación 14, **caracterizado porque** comprende perforaciones de salida en forma de boquillas (20a, 20b) que se comunican con el espacio de preexpulsión (30) en la pared doble y desembocan hacia el exterior sobre una pared interna del cajón o equivalente (25), estando dichas boquillas dispuestas en corona y desplazadas con respecto al eje radial (R) del cajón y dirigidas hacia delante.
- 20 19. Quemador según la reivindicación 18, **caracterizado porque** comprende una primera serie de boquillas (20a) inclinadas de 5º a 45º hacia delante y de 30 a 65º con respecto al eje radial (R) y una segunda serie de boquillas (20b) inclinadas de 25 a 65º hacia delante y de 30 a 70º con respecto al eje radial.
- 25 20. Quemador según la reivindicación 16, **caracterizado porque** comprende un “cono de quemado” que forma un deflector cónico (18) situado aguas abajo del tubo central (13) y separado del mismo de manera que se produce un escape divergente del flujo de aire central.
- 30 21. Quemador según la reivindicación 20, **caracterizado porque** el deflector cónico (18) está dispuesto en el extremo de la barra axial (51) que atraviesa el tubo central.
- 35 22. Quemador según la reivindicación 21, **caracterizado porque** el deflector cónico (18) comprende un dentado periférico (52) y orificios centrales (43) que desembocan en el interior del conducto de la barra central.
23. Instalación de combustión de un gas combustible, **caracterizada porque** pone en práctica o comprende al menos dos quemadores según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 22, configurados de manera que el movimiento de rotación global como resultado de sus flujos de mezcla delante del cabezal de combustión se engrana en un sentido común.

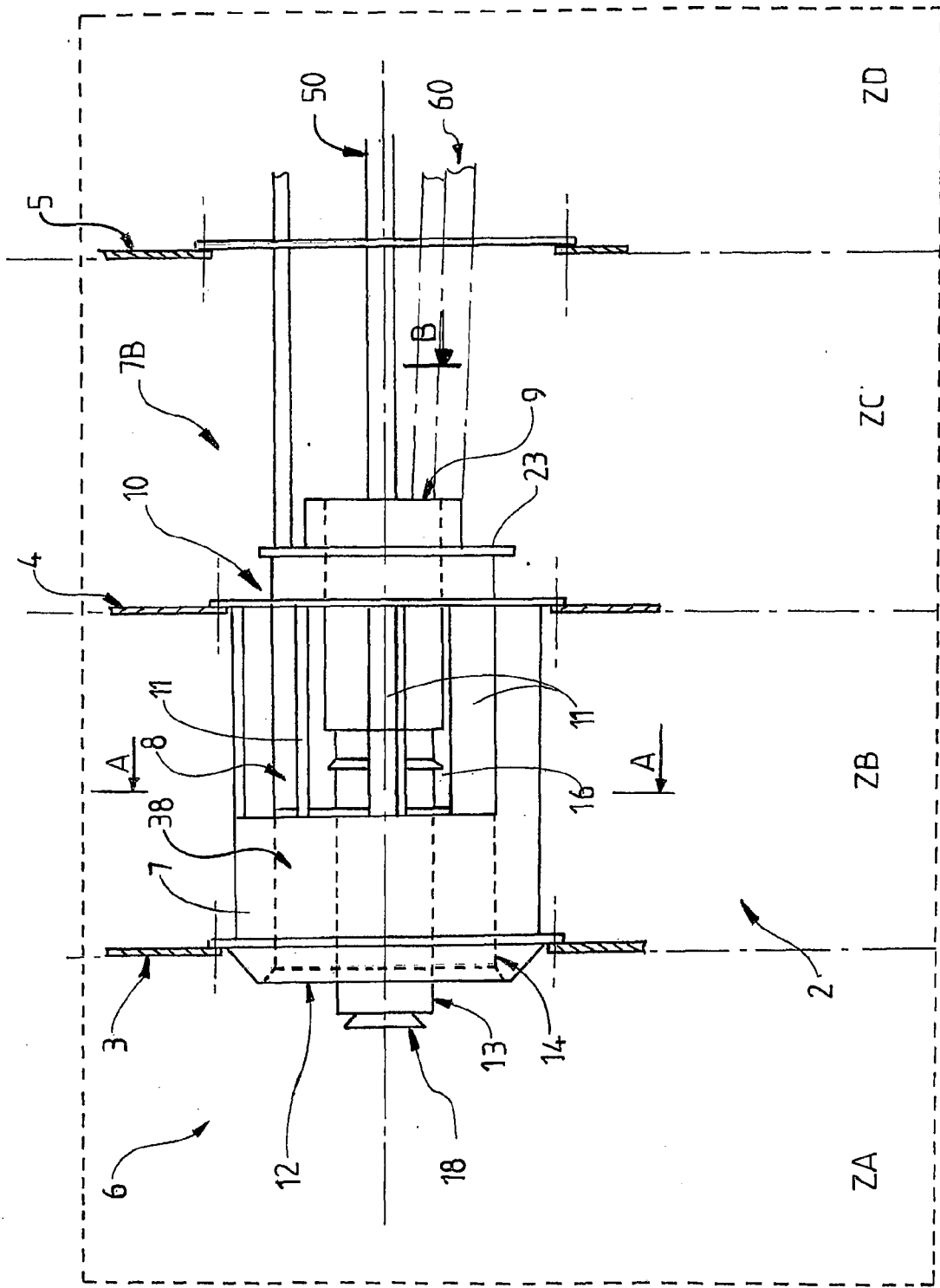


Fig.1

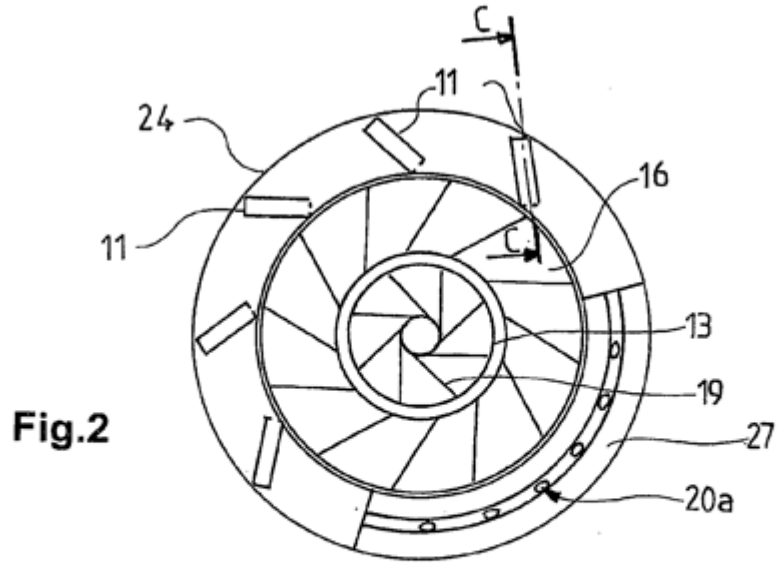


Fig. 2

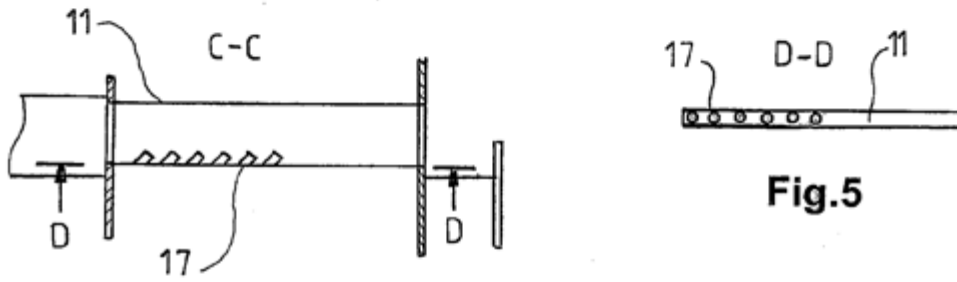


Fig. 4

Fig. 5

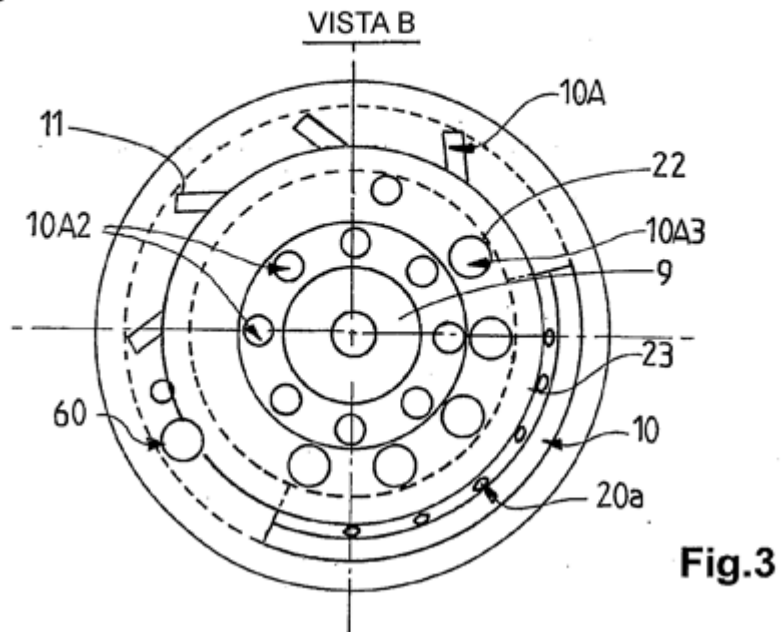


Fig. 3

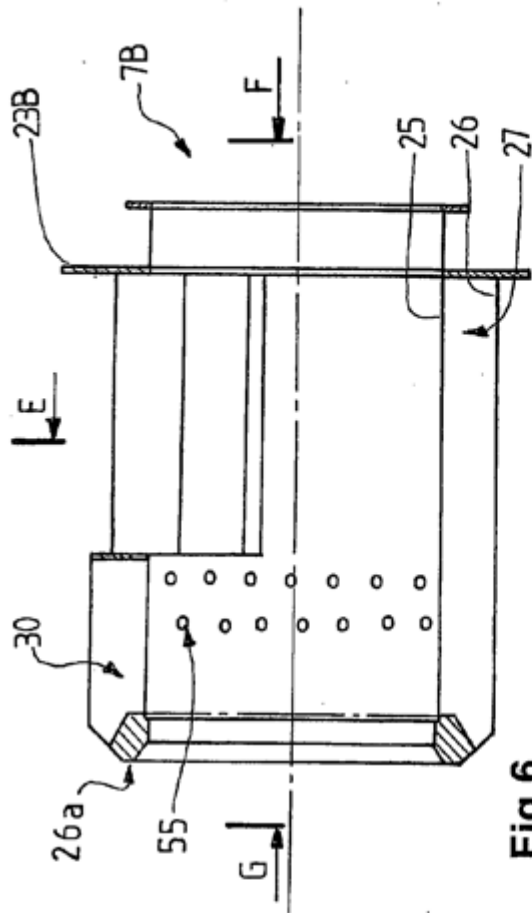


Fig.6

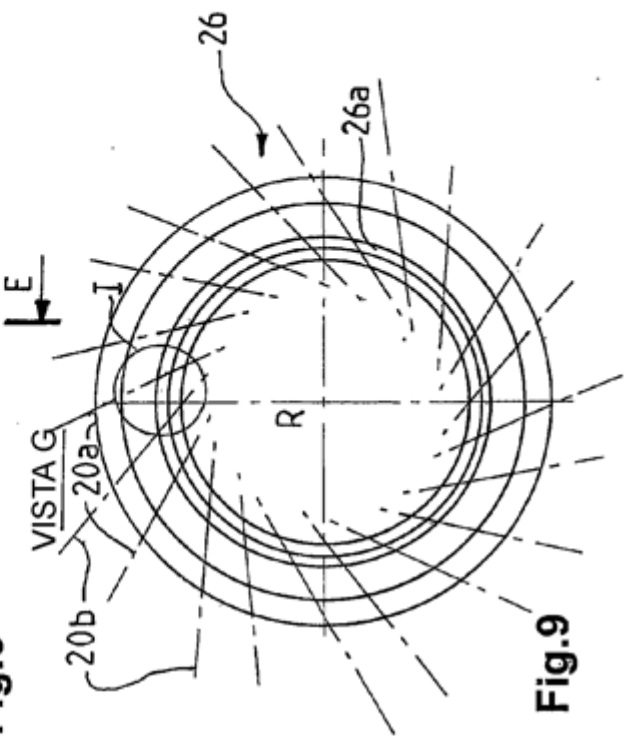


Fig.9

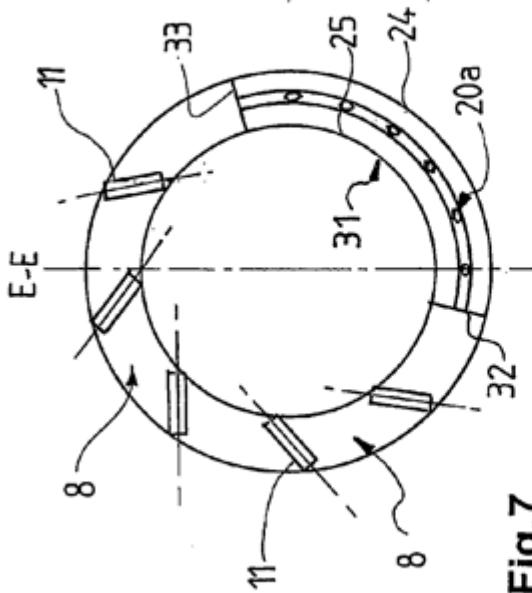


Fig.7

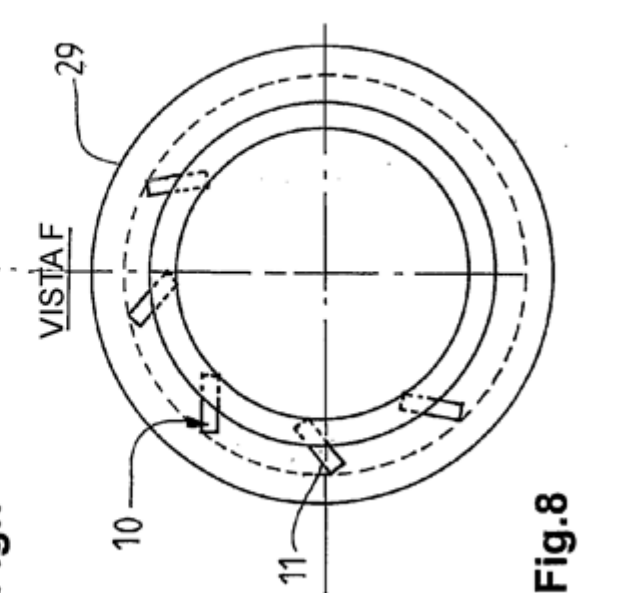


Fig.8

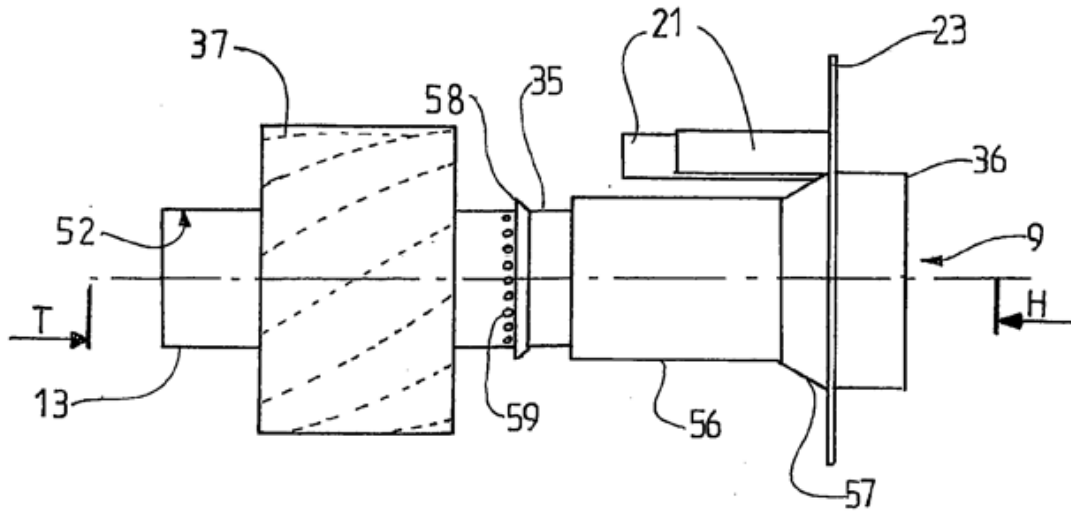


Fig.10

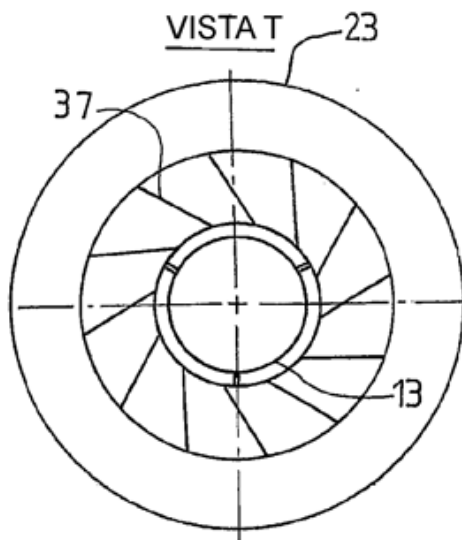


Fig.11A

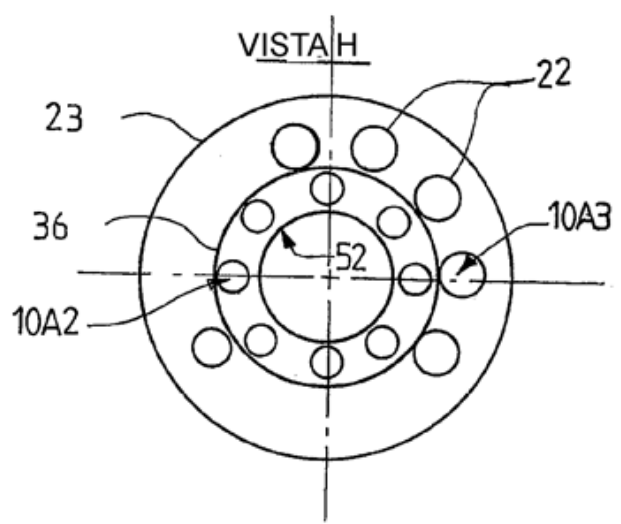


Fig.11

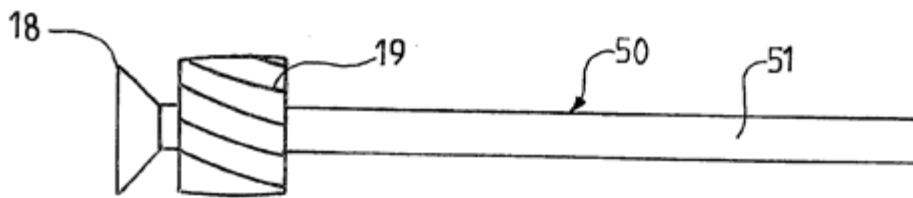
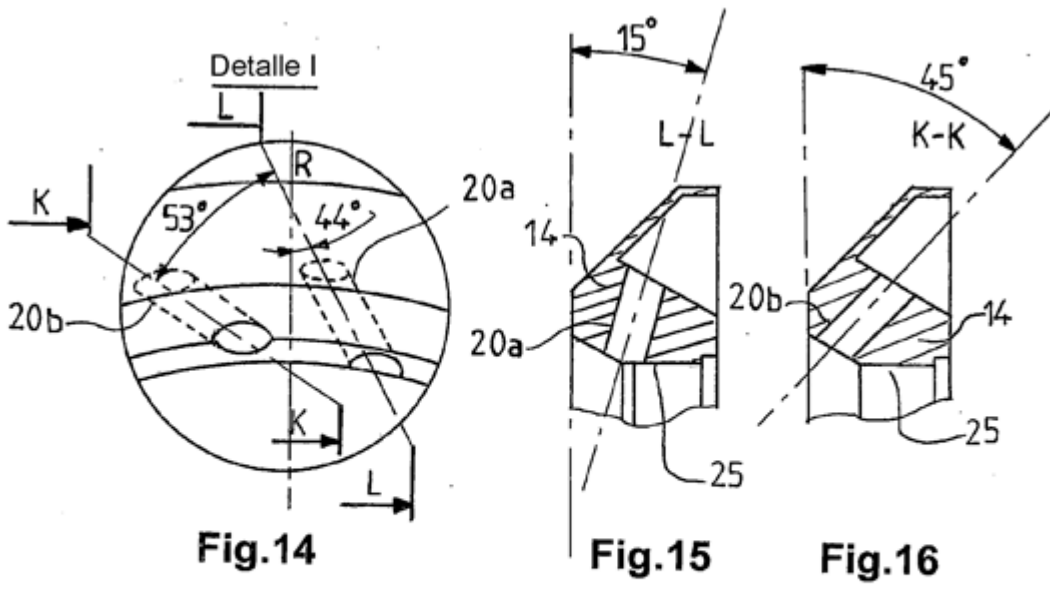


Fig.12

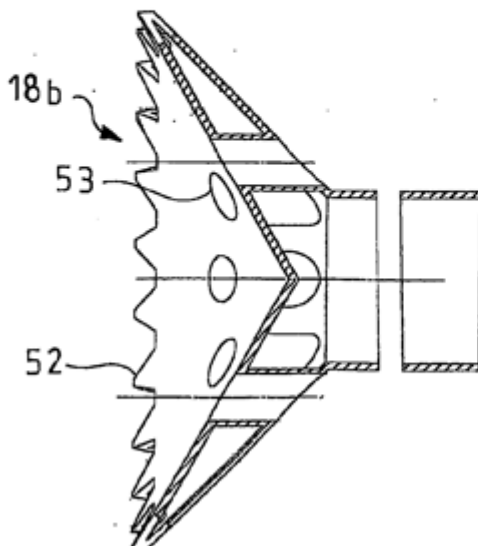


Fig.13