

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 433**

51 Int. Cl.:

F27B 9/36

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.01.2008 PCT/BR2008/000015**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.07.2009 WO09089599**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2008 E 08700465 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.10.2016 EP 2245404**

54 Título: **Sistema de quemado mejorado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.04.2017

73 Titular/es:

**HARTSCHUH SCHAUB, ERNESTO ADOLFO
(100.0%)
Rua Dr. José Aureo Bustamante 183 AP 82B
04710-09 - São Paulo - SP, BR**

72 Inventor/es:

HARTSCHUH SCHAUB, ERNESTO ADOLFO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 610 433 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de quemado mejorado

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un sistema de quemado mejorado en quemadores de hornos industriales, más específicamente, para hornos de túnel para quemar material cerámico.

Descripción de la técnica anterior

Los hornos de tipo túnel, también conocidos como hornos de vagoneta, son ampliamente conocidos en la técnica anterior y se han utilizado durante décadas para cocer productos de cerámica, materiales refractarios, etc.

10 Estos hornos operan básicamente de la siguiente manera: los productos cerámicos, refractarios, etc., en lo sucesivo denominados "carga", entran en un extremo del horno en forma "cruda" y se mueven hasta el extremo opuesto, donde salen "cocidos". Sin embargo, para cocer cada producto hay diferentes curvas de temperatura internas ideales, subdivididas en cada sección del horno, para proporcionar al material las propiedades estructurales deseadas. Por ejemplo, para la chamota, las temperaturas serán de aproximadamente 1000 °C. Para la porcelana sanitaria, las temperaturas serán de aproximadamente 1200 °C. Otras temperaturas, tales como 1450 °C para vajilla de porcelana dura, 1600 °C para materiales de alta alúmina y hasta 1850 °C para la cocción de ladrillos básicos (utilizado en los altos hornos), también se pueden encontrar.

Estos hornos túnel tienen una muy buena eficiencia térmica en comparación con los hornos intermitentes. Esto se debe a muchos factores, entre ellos el hecho de que, a diferencia de lo que ocurre en los hornos intermitentes, no es necesario calentar los aislamientos del horno túnel.

20 Como se ha mencionado anteriormente, la carga de material en las carretillas entra y se mueve continuamente a lo largo de un extremo del horno al otro, como en una cinta transportadora, pasando a través de varias regiones con diferentes temperaturas hasta que el producto está completamente cocido y curado. En la primera región del horno, el material crudo pasa a través de la zona de precalentamiento, en la que el horno tiene generalmente quemadores que trabajan solo en la parte inferior de la carga (entre el aislamiento superior de las carretillas y la superficie inferior de las placas de soporte de carga).

25 La segunda región a través de la cual pasa la carga es la principal zona de cocción, que por lo general tiene quemadores en dos niveles, por encima y por debajo de la carga.

Al salir de la zona de cocción, la carga pasa por una etapa de transición y luego por la región de enfriamiento rápido.

30 En esta región de enfriamiento, que no tiene quemadores, el aire frío se inyecta directamente en el horno, tanto debajo como encima de la carga.

La cuarta región a través de la cual pasa la carga es una zona de transición llamada zona de enfriamiento lento, que precede a la quinta y última región, en la que se produce el enfriamiento final, una vez más, inyectando una gran cantidad de aire para enfriar la carga cocida a temperatura ambiente.

35 Algunos documentos de la técnica anterior enseñan la implementación de hornos industriales y sus respectivos quemadores. Sin embargo, sus efectos no son del todo similares a los de la presente invención. El documento GB 1.559.652, presentado el 20 de septiembre de 1977, describe un horno adecuado para la cocción de materiales cerámicos, al parecer con el objetivo de ofrecer una alta eficiencia térmica, en la que los artículos cerámicos se avanzan individualmente a lo largo del horno. Sin embargo, se utilizan en hornos que tienen rodillos giratorios que giran con el fin de avanzar los artículos (carga). Estos hornos, sin embargo, no disminuyen el consumo de gas y ni siquiera mencionan el uso de quemadores. Los hornos de este tipo todavía se utilizan, pero comúnmente siguen presentando problemas, por lo que este tipo de horno de paso con doble rodillo no se construye más.

45 El documento GB 2.245.693, presentado el 27 de junio de 1991, describe un horno de rodillos para la cocción de productos cerámicos, en el que el conducto de humos del horno está subdividido en uno o más techos intermedios hechos de elementos de placa de carburo de silicio y los quemadores se dirigen en un espacio separado por techos intermedios para que el calor se pueda aplicar directamente. Sin embargo, este documento se refiere a un problema específico que se produce con los hornos de rodillos para productos finos. Por otra parte, no tiene como objetivo reducir el consumo de gas (combustible utilizado comúnmente en este tipo de horno).

50 El documento británico GB 2.224.105, presentado el 11 de octubre de 1989, también se refiere a un horno industrial. Este horno tiene una pluralidad de quemadores, en el que el aire secundario puede ser utilizado para alimentar la región de la llama del quemador en cantidades controladas, de acuerdo con el contenido del componente de gas del horno. Este documento se refiere a la inyección de aire secundario en quemadores convencionales. Está siendo ampliamente utilizada hoy en día, pero solo en hornos intermitentes y para productos finos. El aire secundario reduce la temperatura de la llama y aumenta el volumen de gas dentro del horno, haciéndola homogénea. En contra de la finalidad de la presente invención, el consumo de gas aumenta considerablemente.

Otra solución existente se encuentra en la patente US 4.884.969, del 16 de noviembre de 1985. Este documento describe un horno túnel para productos cerámicos que comprende una sección de calentamiento, una sección de cocción y una sección de enfriamiento, donde mediante medios de transporte de gas, se toman los gases desde la región de dicha sección de enfriamiento y se transportan a dicha sección de cocción, donde al menos un quemador adicional está dispuesto en una región de transición entre dicha sección de cocción y la sección de enfriamiento. Este documento tiene un concepto similar al de la presente invención, en el que utiliza el aire limpio desde la parte inferior del horno como aire de combustión y aire válido. La primera diferencia importante reside en el hecho de que esta invención tiene varios quemadores/ inyectores en solo dos regiones: la primera, que tiene 4 inyectores y se encuentra después de la zona de enfriamiento rápido, es útil para la homogeneización de las temperaturas y para calentar el horno después de su encendido, y la segunda, que tiene 8 inyectores y se encuentra en la región de transición entre la zona de cocción y la zona de enfriamiento rápido. Además, la invención utiliza quemadores convencionales en la zona de cocción y comprende diferentes quemadores en los otros 12 inyectores que se muestran en la Figura 8. La segunda diferencia importante radica en el hecho de que este documento de la técnica anterior no divulga una "rotación" de la llama. Con la llama estática, las temperaturas localizadas son muy altas, dejando marcas en los productos y provocando grietas en la salida de gas del inyector. La presente invención, por otra parte, propone colocar inyectores a lo largo de la zona de cocción y utilizar la rotación de la llama. Esta característica es importante para que no se queme todo el oxígeno en una sola posición.

El documento DE 38 35 360 A1, publicado el 19 de abril de 1990, se refiere a un horno túnel que tiene quemadores de impulsos de gas que se combinan para formar grupos, y los grupos de quemadores respectivos están conectados a una unidad de control común. El horno túnel tiene más válvulas de quemador de gas de solenoide y otras válvulas de solenoide necesarias para el control del grupo quemador respectivo, conectadas a un dispositivo de conexión y el establecimiento está provisto de elementos de controlador, cuya conexión y dispositivo de ajuste están dispuestos en la proximidad del grupo quemador respectivo y están conectados a la unidad controladora.

El documento WO 94/07100 A1, publicado el 31 de marzo de 1994, se refiere a un sistema de secado, horno y sistema de manipulación de ladrillos en constante movimiento automatizado y de bajo perfil que proporciona calentamiento del ladrillo, en el que el horno solo utiliza quemadores superiores.

Objeto de la invención

En vista de los problemas descritos y con el fin de superarlos, la presente solicitud propone un sistema destinado a reducir en aproximadamente un 30 % del consumo de combustible en la cocción de la carga y en procesos de curado en hornos industriales.

Otro objetivo de la invención es evitar un calentamiento localizado en el punto donde se forma la llama mediante la rotación de la llama, y evitando en consecuencia marcas indeseables en el producto final y el agrietamiento de los inyectores.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra una vista en sección transversal de la zona de cocción de un horno industrial convencional;

La figura 2 muestra las diferentes regiones de un horno industrial y un gráfico con la curva de cocción específica para material sanitario;

La figura 3 muestra la zona de precalentamiento del horno;

La figura 4 muestra la zona de cocción del horno;

La figura 5 ilustra el enfriamiento rápido, el enfriamiento lento y las zonas de enfriamiento finales de un horno;

La figura 6 ilustra una vista en sección transversal de la zona de cocción de un horno con el sistema de combustión mejorado;

La figura 7 ilustra una vista externa de la zona de cocción de un horno con el sistema de combustión mejorado;

Las figuras 8A a 8F ilustran una vista en planta de los inyectores del horno túnel con las llamas quemando en rotación, en intervalos de tiempo progresivos; y

Las figuras 9A y 9B ilustran los sistemas de refrigeración de los inyectores del quemador mediante camisa de agua y mediante camisa de aire, respectivamente.

Descripción detallada de la invención

El sistema que se muestra en el presente documento puede entenderse mejor a partir de la siguiente descripción detallada de las figuras.

La figura 1 ilustra una vista en sección transversal de la zona de cocción de un horno industrial convencional. La

- carga 10, es decir, los productos cerámicos, materiales refractarios, etc., entra en el horno en forma "cruda", se mueve a lo largo en su interior durante horas, y sale por el extremo opuesto, "cocido". Para cada producto hay curvas de temperatura interna en cada sección del horno a fin de proporcionar al material las propiedades deseadas. Como puede verse en la figura 2, la carga se mueve a lo largo del interior del horno y pasa a través de sus diferentes regiones y temperaturas. El gráfico inferior de la figura 2 ilustra una curva de temperatura típica para materiales sanitarios.
- El horno tiene un aislamiento de cerámica 15 en los lados y en el techo. El espesor de dicho aislamiento 15 depende de las características de este último y de la temperatura en esa región. Volviendo a la figura 1, en la parte inferior del horno, el aislamiento es proporcionado por las carretillas 13, estructuras extremadamente resistentes que tienen una estructura de acero y ruedas de hierro fundido. Estas carretillas están colocadas una directamente después de la otra, desde la entrada a la salida del horno. Solo la primera carretilla tiene que empujarse con un cilindro hidráulico sobre todo el tren de carretillas para avanzar una posición. La velocidad de avance del cilindro que empuja las carretillas depende del material que se deba cocer.
- El aislamiento y las columnas de soporte 12 de la carga 10 soportan las placas 11 que se colocan sobre la estructura de acero. Con el fin de evitar que entre o salga gas del horno a través de los lados de las carretillas, estas tienen faldones 14 que se deslizan a lo largo de un conducto lleno de arena.
- Estos hornos túnel tienen una muy buena eficiencia térmica en comparación con los hornos intermitentes. Esto se debe a muchos factores, entre ellos el hecho de que, a diferencia de lo que ocurre en los hornos intermitentes, no es necesario calentar los aislamientos del horno túnel. Además, como se ha dicho, la carga de material en las carretillas entra y se mueve continuamente desde un extremo del horno al otro, como en una cinta transportadora, pasa a través de varias regiones con diferentes temperaturas hasta que el producto está completamente cocido y curado.
- En la primera región del horno, como se puede ver en la figura 3, el material crudo pasa, sobre las carretillas, a través de la zona de precalentamiento, en la que el horno tiene generalmente quemadores de trabajo solo en la parte inferior de la carga (entre el aislamiento superior de las carretillas y la superficie inferior de las placas de soporte de carga).
- En la segunda región, de acuerdo con la figura 4, la carga pasa a través de la zona de cocción principal, que generalmente tiene quemadores 16 en dos niveles, por encima y por debajo de la carga. Los gases de combustión generados se mueven en la dirección opuesta y son absorbidos por la corriente del horno 20 en la entrada (ilustrada en la figura 3).
- Al salir de la zona de cocción, la carga se mueve a una subregión, pasando por una zona de transición breve, a continuación, se mueve a la tercera región, la zona de enfriamiento rápido 23. Esta zona de refrigeración no tiene quemadores y aquí es donde se inyecta directamente el aire frío en el horno, tanto debajo como encima de la carga.
- La cuarta región a través de la cual pasa la carga es una zona de transición llamada zona de enfriamiento lento, que precede a la quinta y última región, en la que se produce el enfriamiento final, una vez más, inyectando una gran cantidad de aire para enfriar la carga cocida a temperatura ambiente. Estas tres últimas regiones, el enfriamiento rápido, el enfriamiento lento y las zonas de enfriamiento finales, se ilustran en la Figura 5.
- Como puede observarse a partir de la descripción anterior, el aire y su temperatura son los factores clave para curar perfectamente el material a cocer, especialmente el aire de refrigeración. Parte del aire es aspirado a la salida del horno por el sistema de aspiración de aire caliente 21. Sin embargo, un gran volumen de aire es aspirado por la corriente del horno, en la entrada del horno. Es precisamente el aire aspirado por la corriente del horno que distingue en gran medida un horno túnel de un horno intermitente.
- Básicamente, este aire es frío cuando entra primero en el horno a través del extremo opuesto a su entrada, y a medida que avanza en la dirección opuesta junto con la carga, "absorbe" la temperatura caliente del material por intercambio de calor y enfría la carga. Todo este aire "frío" y puro (aproximadamente 21 % de O₂) llega a la zona principal de cocción, con una temperatura ligeramente inferior (una diferencia de aproximadamente 30 °C) que la temperatura de cocción del producto. Cabe señalar que aproximadamente el 90 % de este aire avanza sobre y debajo de la carga. La mayor parte de este calor (caudal x temperatura x calor específico) se utiliza para calentar la carga. Este aire no se encuentra en los hornos intermitentes.
- En otras palabras, estos hornos son grandes intercambiadores de calor, en los que se mueve la carga de la entrada a la salida y los gases se mueven desde la salida hasta la entrada.
- Los hornos túnel utilizados hoy en día tienen quemadores divididos en grupos de cocción, como se muestra en la vista en sección transversal de la figura 1. Un horno de túnel tiene de 3 a 11 grupos de cocción. Cada módulo del horno es de aproximadamente 2 a 3 m de largo y los quemadores en el mismo lado del horno están separados por un espacio de 0,75 a 1,5 m. Los quemadores en el lado opuesto, sin embargo, no están alineados.
- Cada quemador convencional inyecta gas y aire con un factor de exceso de aire en el intervalo de aproximadamente 0,8 a 1,15 (variación normal). Esto significa que, por ejemplo, con el fin de quemar 1 m³ de un gas natural, se

requiere un volumen de aire mínimo de $8,5 \text{ m}^3$ para obtener la combustión estequiométrica (factor de exceso de aire = 1). En consecuencia, esto significa que el quemador convencional inyecta, para cada m^3 de gas, un caudal de aire que varía de $0,8 \times 8,5 = 6,8$ a $1,15 \times 8,5 = 9,77 \text{ m}^3$ de aire.

5 Generalmente, se inyecta el aire ambiente frío en los quemadores. Algunos hornos, principalmente los de alta temperatura, tienen sistemas de recuperación para precalentar el aire de combustión a temperaturas de hasta $400 \text{ }^\circ\text{C}$. El objetivo principal de este precalentamiento es ahorrar energía. Cuanto mayor sea la temperatura del aire de combustión, mayor es la temperatura de la llama y más bajo el volumen de gas requerido para alcanzar la misma temperatura. La temperatura adiabática de la llama, con la disociación, va desde $1971 \text{ }^\circ\text{C}$ con el aire a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, a $2543 \text{ }^\circ\text{C}$ con el aire a $1100 \text{ }^\circ\text{C}$.

10 Lo ideal sería que, desde un punto de vista teórico, el aire de combustión en frío no debe ser inyectado directamente en los quemadores convencionales y el aire "precalentado" que resulte del proceso de enfriamiento debe ser utilizado como aire de combustión. La idea básica sería sustituir un quemador convencional con varios inyectores de inyección de gas o de gas puro con un factor de exceso de aire de aproximadamente 0,1-0,2. Sin embargo, esto
15 podría no lograrse en la práctica, debido principalmente a dos factores: el sobrecalentamiento en el punto donde se forma la llama y la obstrucción de la salida de gas debido a la fisuración del gas.

Con el fin de resolver el segundo problema, se puede diseñar una salida de gas especial y se puede utilizar agua de refrigeración durante todo el proceso hasta la salida, etc. Pero en cuanto al problema de sobrecalentamiento localizado de la llama, la presente invención propone resolverlo con una superficie de llama radiante, dividiendo la llama en varias llamas intermitentes más pequeñas en lugar de concentrar la llama en un único punto fijo.

20 En lugar de utilizar los quemadores convencionales en la zona de cocción (temperaturas por encima de $800 \text{ }^\circ\text{C}$), la presente invención busca implementar varios inyectores que inyecten gas puro o gas con una cantidad muy pequeña de aire 17, proporcionando así una cocción pulsante, tal como se muestra en la figura 6.

Un dispositivo de control, preferentemente pero no limitado a una válvula de solenoide, se inserta en cada inyector, de modo que los inyectores funcionan en rotación, en respuesta a la señal de un controlador lógico programable
25 (PLC) con un software especializado. Esto evita la aparición de sobrecalentamientos localizados. La figura 7 ilustra la vista externa del horno, incluyendo la pluralidad de inyectores y su disposición.

Las figuras 8A a 8F ilustran los inyectores del horno de cocción alternativamente, en rotación. En la figura 8A, entre los inyectores numerados 20 a 39, los quemadores de inyector que trabajan en el instante t_1 son los números 20,
30 25, 30 y 35. En un instante $t_2 = t_1 + t$, los inyectores que estaban trabajando anteriormente están apagados y los inyectores 22, 27, 32 y 37 empiezan a trabajar - figura 8B. En instante $t_3 = t_2 + t$, los inyectores anteriores se apagan y los siguientes, 24, 29, 34 y 39, comienzan a cocer y así sucesivamente, hasta el instante t_6 , ilustrado en la figura 8F, que corresponde a la reanudación del ciclo que empieza con el t_1 . Esta vez es controlado por el controlador lógico programable (PLC) y el intervalo t se puede ajustar según sea necesario.

Además, con el fin de evitar el craqueo del gas, es posible enfriar la punta del inyector mediante el uso de un
35 dispositivo de enfriamiento 18, preferiblemente una camisa de agua, o mediante la circulación de una pequeña cantidad de aire a través del inyector. Este sistema de refrigeración se muestra en las figuras 9A y 9B. Del mismo modo, con el fin de mejorar el rendimiento térmico, también es posible mejorar las regiones de enfriamiento de los hornos 5 6 a fin de obtener más aire y temperaturas del aire más altas que entran en la zona de cocción haciendo recircular el aire en la salida y utilizando el aire recuperado de la parte inferior del horno en el ventilador de enfriamiento rápido. Esto se logra mediante la colocación de recirculadores en el techo a la salida del horno, lo que
40 aumenta considerablemente la temperatura del aire de refrigeración. Este recurso es similar a aumentar el tamaño del horno, como si el extremo de salida del horno estuviera siendo "estirado".

Otra posibilidad de aumentar la cantidad de aire caliente es mediante el uso de aire precalentado en lugar de aire
45 frío en el ventilador de enfriamiento rápido. Cabe señalar que este aire puede ser retirado del aire caliente en la salida del horno.

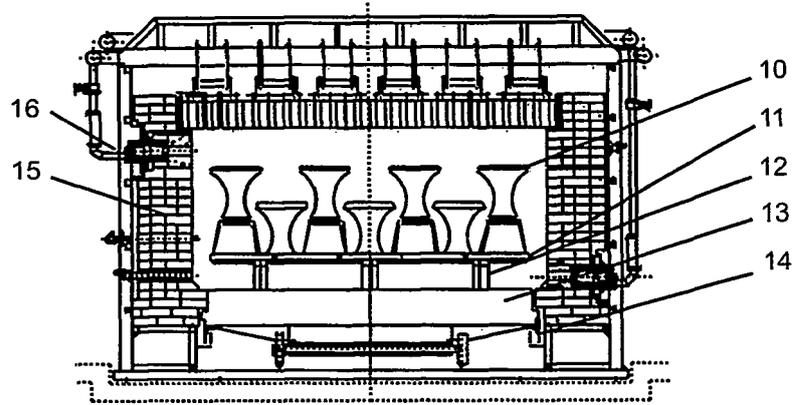
Cabe señalar además que la presente invención también se puede implementar en hornos de rodillos.

Por lo tanto, debe entenderse que la materia objeto de la presente invención y sus partes componentes descritas anteriormente son parte de algunas de las modalidades preferidas y de ejemplos de situaciones que podrían suceder, sin embargo, el alcance real de la materia objeto de la invención se define en las reivindicaciones.

50

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Sistema de quemado de material cerámico mejorado que comprende un horno con paredes aisladas (15) y que está dividido en diferentes regiones con diferentes temperaturas, una zona de cocción del sistema de quemado que comprende además una pluralidad de inyectores (16) divididos en grupos, comprendiendo cada inyector un dispositivo de control y siendo activado cada grupo de inyectores (16) a intervalos de tiempo preestablecidos, controlados por un controlador lógico programable (PLC), **caracterizado porque** el sistema de quemado comprende además un recirculador de aire en la salida del horno para aumentar la temperatura del aire de refrigeración inyectado en una zona de enfriamiento.
- 10 **2.** Sistema de quemado mejorado, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** cada grupo de inyectores es activado por un controlador lógico programable (PLC) con un software especializado.
- 3.** Sistema de quemado mejorado, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el horno puede ser un horno industrial de tipo túnel, de tipo de rodillos y otros tipos similares.
- 4.** Sistema de quemado mejorado, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los inyectores inyectan gas puro o gas con una pequeña cantidad de aire.
- 15 **5.** Sistema de quemado mejorado, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la punta de cada inyector de la pluralidad de inyectores se enfría mediante un dispositivo de refrigeración (18).
- 6.** Sistema de quemado mejorado, según la reivindicación 5, **caracterizado porque** el dispositivo de refrigeración (18) es una camisa de agua o la circulación de una cantidad de aire.
- 20 **7.** Sistema de quemado mejorado, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el dispositivo de control es una válvula de solenoide.
- 8.** Procedimiento de control del sistema de quemado de la reivindicación 1, estando el procedimiento **caracterizado porque** comprende las etapas de:
- a) activación de un grupo de quemadores de inyector en un instante t_1 ;
- 25 b) activación de otro grupo de quemadores de inyector en un instante $t_2 = t_1 + t$ y simultáneamente apagar el grupo precedente de quemadores de inyector;
- c) rotación de los grupos de quemadores de inyector a activar mediante la repetición de las etapas a) y b) en un instante incrementado en relación con el anterior hasta el instante t_n , en el que n es el número total de grupos de quemadores de inyector;
- d) reinicio del ciclo en bucle empezando con t_1 .
- 30 **9.** Procedimiento, según la reivindicación 8, **caracterizado porque** el mismo grupo de quemadores de inyector se activa en el instante t_n y t_1 .
- 35 **10.** Procedimiento, según la reivindicación 8, **caracterizado porque** la etapa de la rotación de los grupos de quemadores de inyector presupone la etapa de activar cada grupo de quemadores de inyectores mediante la emisión de una señal generada por el controlador lógico programable (PLC) para controlar la sincronía y evitar sobrecalentamiento localizado.



Vista en sección transversal de
la zona de cocción de un horno
convencional

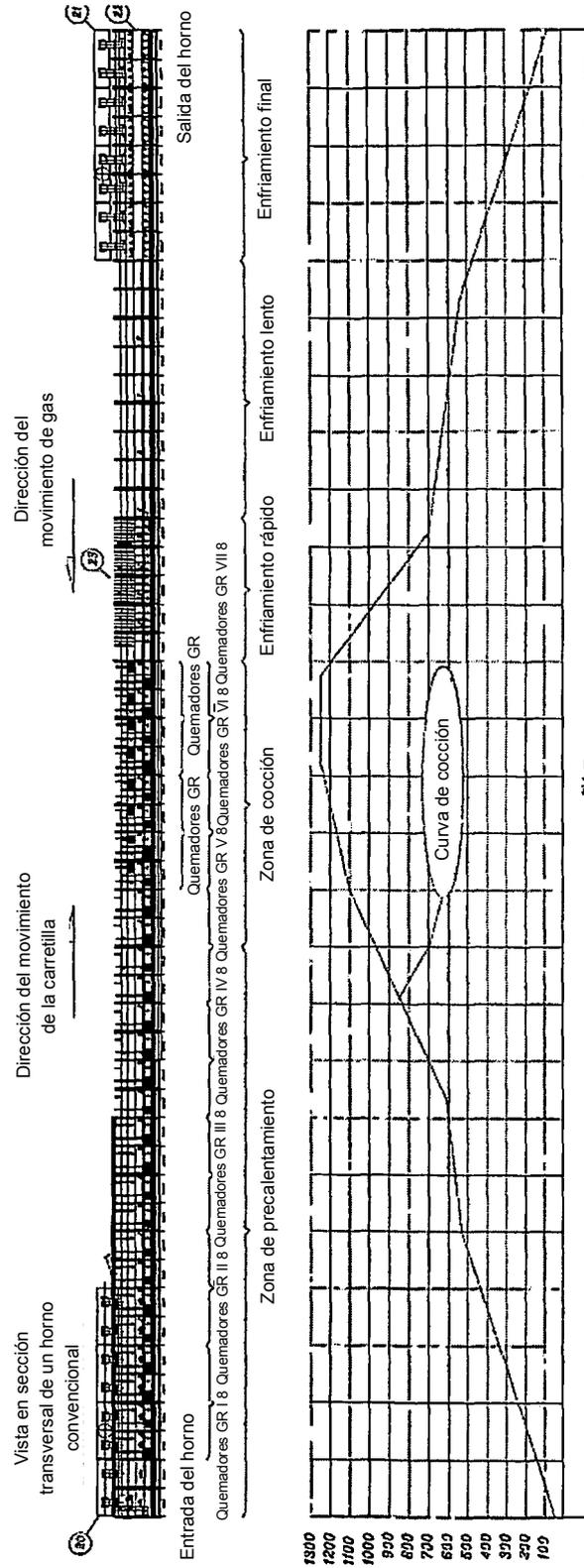


FIG. 2

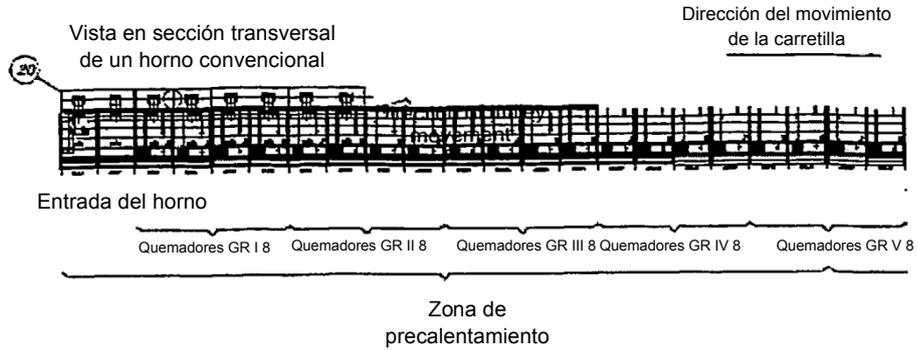


FIG. 3

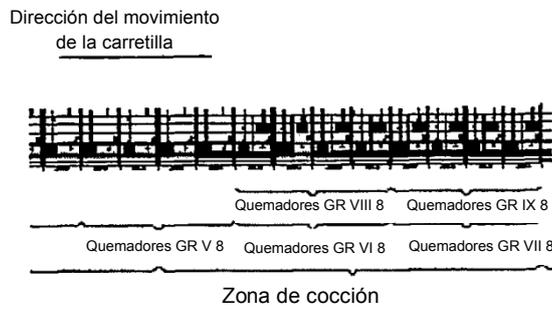


FIG. 4

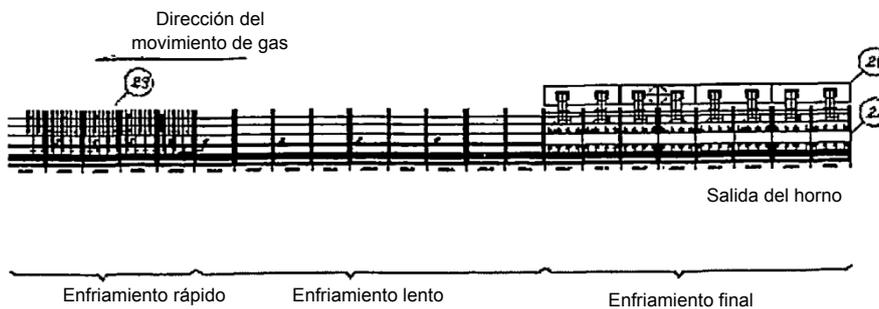
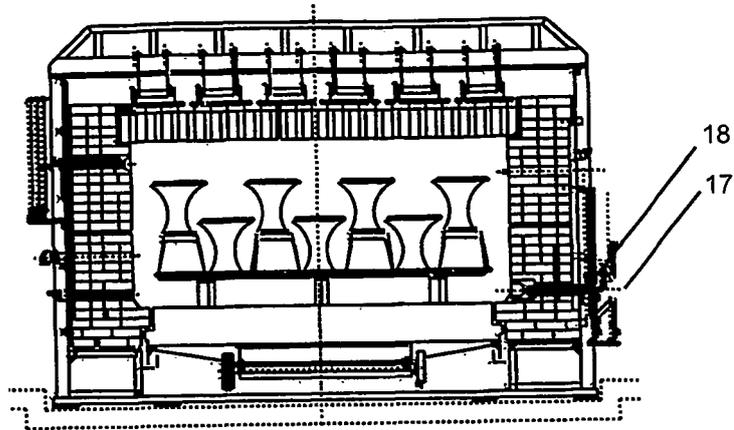
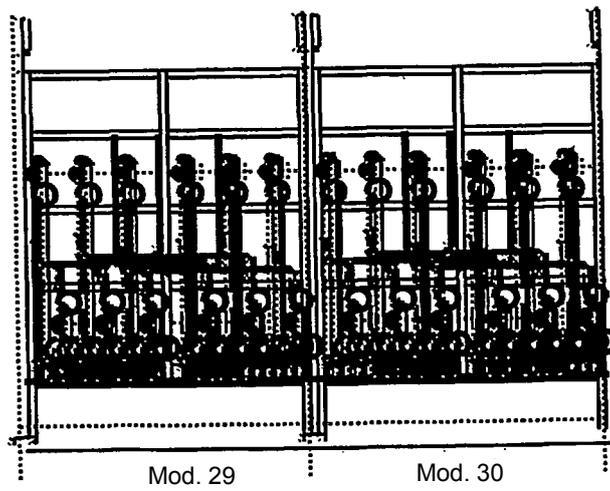


FIG. 5



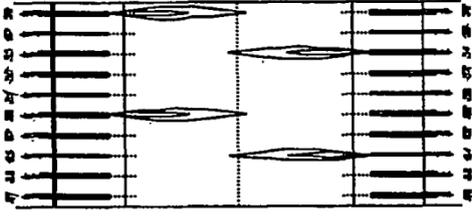
Vista en sección transversal de la zona de cocción con el nuevo sistema de combustión

FIG. 6

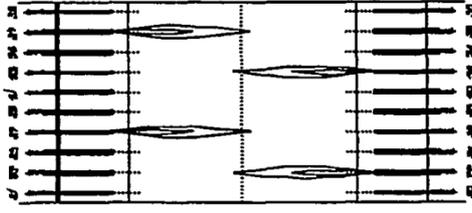


Vista en sección transversal de un horno con nuevo sistema de combustión

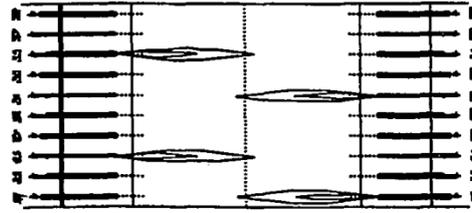
FIG. 7



Vista en planta del instante t6
= t5 + 1 de los inyectores
Inyectores en funcionamiento
20,25,30,35



Vista en planta del instante t5
= t4 + 1 de los inyectores
Inyectores en funcionamiento
22,28,33,38

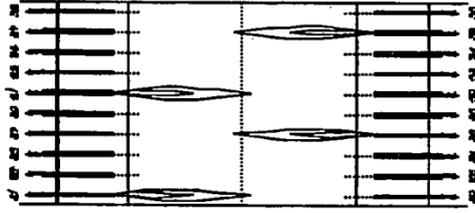


Vista en planta del instante t4
= t3 + 1 de los inyectores
Inyectores en funcionamiento
21,26,31,36

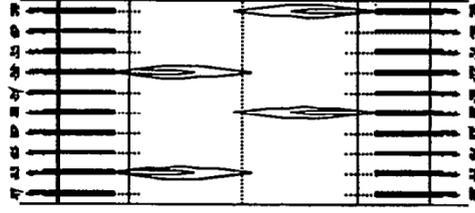
FIG. 8C

FIG. 8B

FIG. 8A



Vista en planta del instante t1
de los inyectores
Inyectores en funcionamiento
20,25,30,35



Vista en planta del instante t2
= t1 + 1 de los inyectores
Inyectores en funcionamiento
22,27,32,37



Vista en planta del instante t3
= t2 + 1 de los inyectores
Inyectores en funcionamiento
24,29,34,39

FIG. 8D

FIG. 8E

FIG. 8F

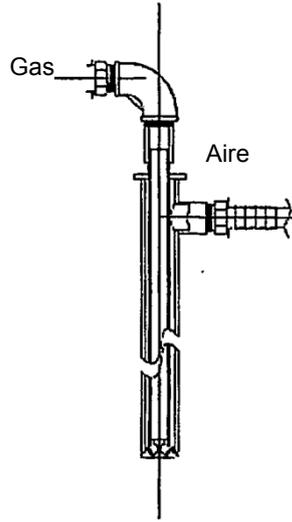


FIG. 9B

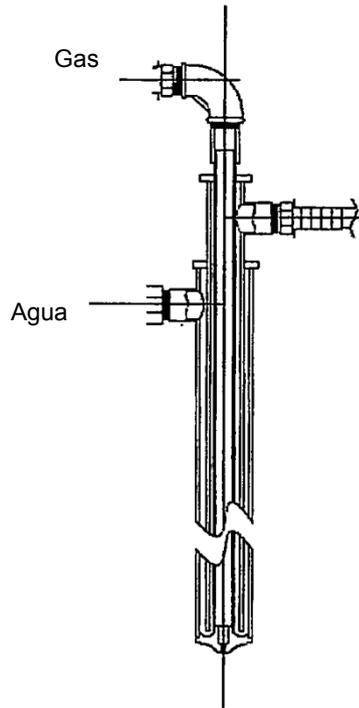


FIG. 9A