

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 475 202**

51 Int. Cl.:

F27B 9/10 (2006.01)

F27B 9/24 (2006.01)

B29C 35/06 (2006.01)

B29C 67/24 (2006.01)

F26B 13/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2012 E 12815608 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.04.2014 EP 2627960**

54 Título: **Horno para la fabricación de un producto de lana mineral**

30 Prioridad:

20.12.2011 FR 1162034

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

10.07.2014

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN ISOVER (100.0%)
Les Miroirs 18 avenue d'Alsace
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**CELLE, PIERRE y
BAUDOUIN, BERNARD**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 475 202 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

Horno para la fabricación de un producto de lana mineral

5 La invención se refiere al ámbito de los productos tales como paneles, rodillos o carcasas a base de fibras minerales del tipo de fibras de vidrio o fibras de roca, especialmente de fibras de vidrio. Ésta se aplica de modo muy particular a la fabricación de productos de aislamiento acústico y/o térmico en particular para edificios. De modo más preciso, la presente invención se refiere a los hornos para la obtención de tales productos.

Los productos de aislamiento comercializados actualmente están constituidos por una manta de fibras minerales, tales como fibras de vidrio ligadas entre sí por un aglutinante orgánico.

10 La fabricación de tales mantas de fibras aislantes comprende en primer lugar el fibrado y el depósito de fibras sobre un mecanismo de transporte o transportador móvil perforado. La aglomeración de fibras formada es inmovilizada en el transportador con la ayuda de cajones de aspiración dispuestos debajo del transportador sobre el cual éstas quedan depositadas. Durante el fibrado, se pulveriza sobre las fibras estiradas un aglutinante en estado de solución o suspensión en un líquido volátil tal como el agua, teniendo este aglutinante propiedades de adhesividad y comprendiendo habitualmente un material endurecible en caliente, como una resina termoendurecible, generalmente, hasta hace poco tiempo, una resina fenol/formaldehído.

20 La capa primaria de fibras relativamente sueltas sobre el transportador colector es transferida a continuación a un dispositivo de calentamiento denominado comúnmente en el ámbito en cuestión horno de reticulación. La manta de fibra atraviesa el horno en toda su longitud, gracias a transportadores perforados suplementarios. Estos son generalmente dos transportadores sin fin uno enfrente del otro y espaciados una distancia ajustada para delimitar el espesor de la manta que se forma. Por otra parte, cada ramal de los transportadores está constituido por placas constituidas por rejillas articuladas entre sí y perforadas para ser permeables al aire y a los otros gases resultantes del calentamiento de la manta. Una manta de este tipo presenta, así, una densidad más o menos importante en función del grado de la compresión ejercida por los dos transportadores en el interior del horno.

25 Durante su paso a través del horno, la manta es secada y sometida a un tratamiento térmico específico que provoca el endurecimiento del aglutinante presente en la superficie de las fibras. Este endurecimiento provoca igualmente la reticulación de las fibras una con otra según una estructura tridimensional (es decir, un enlace a través del aglutinante termoendurecido en los puntos de contacto entre las fibras) y así la estabilización y la elasticidad de la manta con el espesor deseado, ya sea bajo el efecto de una flexión o de una compresión.

30 El modo operatorio utilizado para provocar el endurecimiento del aglutinante consiste en hacer pasar aire caliente por el interior de la manta, de tal modo que el aglutinante presente en todo el espesor de la manta sea llevado progresivamente a una temperatura superior a su temperatura de endurecimiento. A tal fin, el horno de reticulación está compuesto por un recinto que constituye una cámara cerrada en el interior de la cual están dispuestos una serie de cajones alimentados por quemadores de aire caliente puestos en circulación por ventiladores. Cada cajón define así una zona independiente de calentamiento, en la cual son reguladas condiciones específicas de calentamiento. Los cajones están separados por paredes que presentan aberturas para la manta y los transportadores superiores e inferiores. La utilización de una pluralidad de cajones permite así una elevación graduada de la temperatura de la manta a todo lo largo de su paso a través del horno y evita así la aparición de puntos calientes debidos a un calentamiento localmente demasiado importante o alternativamente a la presencia en el seno de la manta de zonas en las cuales el aglutinante no hubiera sido completamente termoendurecido. De esta manera, un horno utilizado en el procedimiento de fabricación de lana mineral comprende generalmente una multitud de cajones (por ejemplo entre 3 y 10), así como medios conocidos que permiten establecer condiciones térmicas variables en el seno de cada cajón. Es posible entonces regular la subida de temperatura de la manta en la sucesión de etapas de cocción, en la trayectoria de la manta en el interior del horno. Ejemplos de tales hornos están descritos especialmente en las publicaciones EP 000111A1, EP619465A1 o también WO2008/119778, a las cuales se remitirá para más precisiones. En un horno de reticulación clásico, tal como el ilustrado en la figura 2 de la solicitud EP 000111 o en las figuras 23 y 5 de la solicitud EP 619465, los medios de introducción de aire caliente están dispuestos en un mismo y solo lado de los cajones, haciéndose la evacuación de los gases después del paso a través de la manta en el mismo lado del citado cajón. Un modo de realización alternativo consiste en evacuar el aire en el lado opuesto.

50 Actualmente, la utilización de nuevos aglutinantes alternativos, en sustitución de las resinas formo-fenólicas, hace muy difícil el control de las condiciones del procedimiento de cocción de la manta de fibras en un horno clásico tal como el descrito precedentemente. Tales aglutinantes, calificados a veces de « aglutinantes verdes », especialmente cuando estos proceden de una base renovable, en particular vegetal, especialmente del tipo a base de azúcares hidrogenados o no, por ejemplo tal como se describe en las solicitudes WO 2009/080938 y WO 2010/029266, necesitan generalmente una regulación muy buena de las temperaturas de cocción para alcanzar el estado termoendurecido, siendo la gama de temperaturas de cocción más estrecha. De modo muy particular, el aglutinante debe ser sometido a una temperatura comprendida entre un mínimo para acabar su endurecimiento y un máximo más allá del cual éste se degrada rápidamente, lo que se traduce al final en propiedades mecánicas degradadas del producto final, incluso después de su instalación. La diferencia entre el mínimo y el máximo, en función del tipo de aglutinante verde, puede ser del orden de solamente 20 °C, incluso menos. Así pues, el control de

la temperatura en todo el espesor de la manta de fibras necesita nuevas técnicas y en particular cambios en la misma concepción de los hornos.

El objeto de la presente invención es así responder a los problemas precedentes y en particular proponer un horno configurado para regular de modo más preciso, en cualquier punto de la manta de fibra y a través de todo su espesor, la temperatura de cocción « vista » por el aglutinante termoendurecible. En particular, tal regulación puede ser obtenida de acuerdo con la invención por un mejor control de las velocidades verticales de paso a través de la manta de fibras de los flujos de aire caliente utilizados para ajustar la citada temperatura. Así, de acuerdo con la presente invención, se ha observado que una elevada homogeneidad de la citada velocidad vertical de los gases al atravesar la manta se traduce en un mejor control de sus propiedades finales. De modo muy particular, contrariamente a la idea recibida tal como es puesta en práctica en las publicaciones anteriores precedentemente citadas, los estudios realizados por la sociedad depositante han demostrado que una mayor homogeneidad de las citadas velocidades era muy dependiente de la localización de los puntos de introducción de los gases calientes en el seno del horno y en particular en el seno de cada cajón sucesivo constitutivo de éste.

De modo más preciso, la presente invención se refiere a un horno de cocción de un aglutinante termoendurecible presente en una manta de fibras minerales, que comprende una serie de cajones atravesados sucesivamente por la citada manta de fibras, siendo la citada manta comprimida y transportada a través de los citados cajones por transportadores superiores e inferiores permeables a los gases. Cada cajón presenta según la dirección de desplazamiento de la manta una longitud L y comprende medios de introducción de un flujo de aire caliente, dispuestos por encima o por debajo de la citada manta de fibra y medios de evacuación de aire después del paso a través de la manta, dispuestos respectivamente por debajo o por encima de la cara opuesta de la citada manta, de tal modo que el aglutinante sea llevado progresivamente a una temperatura superior a su temperatura de endurecimiento. El citado horno comprende al menos un cajón en el cual los citados medios de introducción de aire caliente comprenden llegadas de aire que desembocan en parte en aberturas practicadas en un primer lado lateral y en parte en aberturas practicas en el lado lateral opuesto del citado cajón.

De acuerdo con modos particulares y preferidos de la invención que, llegado el caso, pueden ser combinados entre sí:

- Los citados medios de evacuación del aire después del paso a través de la manta comprenden salidas de aire que en parte desembocan en aberturas practicadas en el primer lado lateral y en parte en aberturas practicadas en el lado lateral opuesto del citado cajón.
- Según la dirección dada por la longitud L del o de los citados cajones, las aberturas practicadas para las llegadas de aire según el primer lado están dispuestas sensiblemente enfrente de las aberturas practicadas para las llegadas de aire según el lado opuesto.
- Según la dirección dada por la longitud L del o de los citados cajones, las aberturas practicadas para las llegadas de aire según el primer lado y las aberturas practicadas para las llegadas de aire según el lado opuesto están desplazadas.
- Según la dirección dada por la longitud L del o de los citados cajones, las aberturas según el primer lado y las aberturas según el lado opuesto presentan una zona de recubrimiento comprendida entre el 5% y el 30% de la longitud L, especialmente entre el 10% y el 20% de la longitud L.
- Alternativamente, según la dirección dada por la longitud L del o de los citados cajones, las aberturas según el primer lado y las aberturas según el lado opuesto no presentan zona de recubrimiento.
- Según la dirección dada por la longitud L del o de los cajones, las aberturas practicadas para las llegadas de aire en los dos lados están desplazadas y están dispuestas:
 - según un primer lado: desde una primera extremidad de la longitud del cajón hacia la extremidad opuesta del cajón, en una porción inferior al 80% de la citada longitud, preferentemente en una porción inferior al 60% de la citada longitud, y de manera más precisa en una porción inferior al 50% de la citada longitud,
 - según el lado opuesto: desde la extremidad opuesta de la longitud del cajón hacia la otra extremidad, en una porción inferior al 80% de la citada longitud, preferentemente en una porción inferior al 60% de la citada longitud, y de manera muy preferida en una porción inferior al 50% de la citada longitud.
- Según la dirección dada por la longitud L del o de los citados cajones, las aberturas practicadas según el primer lado se extienden desde una primera extremidad hasta el centro del citado cajón y en la cual las aberturas practicadas según el lado opuesto se extienden desde la otra extremidad hasta el centro del citado cajón.
- Según la dirección dada por la longitud L del o de los citados cajones, las aberturas practicadas para las evacuaciones de aire después del paso a través de la manta de fibras están dispuestas por encima de las aberturas de llegadas de aire,

- Según la dirección dada por la longitud L del o de los citados cajones, las aberturas practicadas para las evacuaciones de aire después del paso a través de la manta de fibras están desplazadas con respecto a las aberturas de llegada de aire.

La presente invención se refiere igualmente a un cajón de este tipo tal como el descrito anteriormente.

- 5 Además, la presente invención se refiere igualmente a un procedimiento de fabricación de una manta de fibras de lana mineral, en particular de fibras de lana de vidrio, que comprenda al menos una etapa de fibrado de las citadas fibras sobre las cuales es pulverizada una solución de aglutinante termoendurecible y una etapa de calentamiento del aglutinante hasta una temperatura que permita el endurecimiento del aglutinante, en el cual la citada etapa de calentamiento es puesta en práctica por medio de un horno tal como el descrito anteriormente.
- 10 La invención encuentra su aplicación especialmente en un procedimiento de fibrado en el cual el citado aglutinante procede de una base vegetal, en particular a base de azúcares hidrogenados o no. De acuerdo con un modo ventajoso de un procedimiento de este tipo, se puede inyectar en el horno aire caliente cuya temperatura esté comprendida entre 200 °C y 250 °C.

- 15 Se van a describir ahora las características de diferentes modos de realización en relación con las figuras 1 a 6 anejas. Naturalmente, estos diferentes modos de realización se dan únicamente a título de ilustración y en particular no limitan en nada la extensión de la presente, bajo ninguno de los aspectos que van a ser descritos ahora.

La figura 1 describe una instalación actual de fibrado de un producto de lana de vidrio, en la cual puede insertarse el horno de acuerdo con la invención.

La figura 2 ilustra esquemáticamente el principio de funcionamiento de un horno comparativo.

- 20 La figura 3 da una representación esquemática de uno de los cajones constitutivos del horno de acuerdo con la figura 2.

La figura 4 ilustra esquemáticamente el principio de funcionamiento de un cajón de acuerdo con el primer modo de realización de la presente invención.

- 25 La figura 5 ilustra el principio de funcionamiento de un cajón de acuerdo con un segundo modo de realización de la presente invención.

La figura 6 ilustra esquemáticamente el principio de funcionamiento de un cajón de acuerdo con un tercer modo de realización de la presente invención.

- 30 Como está representado en la figura 1, una línea de producción de paneles aislantes a base de lana de vidrio comprende una unidad de fibrado 1 perfectamente en sí conocida, por ejemplo de acuerdo con el procedimiento de fibrado por centrifugación interna, ejemplos del cual están descritos en las solicitudes EP 0 406 107 o EP 0 461 995. La unidad de fibrado comprende una campana (no está representada en la figura 1) a la cual está superpuesto al menos un centrifugador 2. Cada centrifugador comprende una cesta (no representada en la figura 1) para la recuperación de un filete de fibra de vidrio de fibrado previamente fundido y una pieza 8 en forma de placa cuya pared periférica está provista de un gran número de orificios. En funcionamiento, el vidrio fundido, llevado en un filete 3 desde un horno de fusión (no representado) y primero recuperado en la cesta del centrifugador, se escapa por los orificios de la placa 8 en forma de una multitud de filamentos arrastrados en rotación. Por otra parte, el centrifugador 2 está rodeado por un quemador anular 4 que crea en la periferia de la pared del centrifugador una corriente gaseosa a gran velocidad y a temperatura suficientemente elevada para estirar los filamentos de vidrio en fibras en forma de un velo 107. El fibrado de acuerdo con este procedimiento es integral y produce el 100% de fibras útiles. El procedimiento garantiza además fibras largas y flexibles.
- 35
- 40

- Medios de calentamiento 5 por ejemplo de tipo inductores sirven para mantener el vidrio y el centrifugador a la temperatura adecuada. El velo 107 queda cerrado por una corriente gaseosa de aire introducido a presión, esquematizado por las flechas 6. El toro 107 está rodeado por un dispositivo de pulverización del encolado que contiene un aglutinante termoendurecible en solución acuosa, del que solo dos elementos 7 están representados en la figura 1.
- 45

- El fondo de la campana de fibrado está constituido por un dispositivo de recepción de las fibras que comprende un transportador que incorpora una banda sin fin 9 permeable a los gases y al agua, debajo de la cual están dispuestos cajones de aspiración 10 de los gases tales como el aire, los humos y las composiciones acuosas excedentes procedentes del proceso de fibrado anteriormente descrito. Se forma, así, sobre la banda 9 del transportador una manta 11 de fibras de lana de vidrio mezcladas íntimamente con la composición de encolado. La manta 11 es conducida por el transportador hasta un horno 12 de reticulación del aglutinante termoendurecible.
- 50

Como está representado en las figuras 1 y 2, este horno 12 está rodeado por un recinto 20 cerrado que delimita cámaras de entrada 17 y de salida 18 y una serie de cajones 21-27 separados uno de otro por paredes y alimentados individualmente de aire caliente por quemadores, puesto en circulación por ventiladores (no

representados en las figura 1 y 2). El recinto es atravesado por dos transportadores 13, 14 de transporte y de calibrado de la manta 11. Estos transportadores 13, 14 son puestos en rotación por ejemplo por motores colocados en el suelo (15, 16 en la figura 1), y están constituidos de modo bien conocido por una sucesión de placas constituidas por rejillas articuladas entre sí y perforadas para ser permeables a los gases.

5 Al tiempo que aseguran el paso de los gases calientes que favorecen la cogida rápida del aglutinante, los transportadores 13, 14 comprimen la manta 11 para darla el espesor deseado. A título de ejemplo, para un panel enrollado, éste es comprimido típicamente entre 10 mm y 450 mm, estando comprendida la densidad de la lana de vidrio entre 50 kg/m^3 y 150 kg/m^3 . Se distinguen, así, por ejemplo, los productos denominados de baja densidad, en los cuales la masa volúmica varía entre 5 kg/m^3 y 20 kg/m^3 y los productos denominados de alta densidad, en los cuales la densidad varía entre 20 kg/m^3 y 150 kg/m^3 .

La figura 2 describe más en detalle la estructura del horno de reticulación 12. El horno representado en la figura 2, sin que esto pueda ser considerado como limitativo del campo de aplicación de la presente invención, comprende siete cajones 21-27 cuyas particularidades están ilustradas más en detalle en las figuras siguientes, además de las cámaras de entrada y de salida 18.

15 Las cámaras de entrada y de salida desembocan en campanas 19 de salida de los humos (cuyo sentido de evacuación está representado en la figura 2 por flechas continuas negras), estando estas cámaras unidas a un circuito específico de tratamiento de los citados humos (no representado en las figuras).

En la primera cámara de entrada 17, el aire caliente introducido en la manta permite la vaporización del agua presente. Tras el paso a través de la manta, el aire cargado de humedad es evacuado por la campana 19 de salida de los humos.

En las figuras, la circulación del aire en el interior del horno está representada por flechas de líneas de puntos 40. El sentido de circulación de la manta está indicado por las flechas 50.

En los primeros cajones, por ejemplo los cajones 21-24, el aire caliente es introducido por la base del horno y evacuado por la parte superior, después del paso a través de la manta. La utilización de una pluralidad de cajones permite la subida de temperatura progresiva de la manta de fibras hasta una temperatura superior a la temperatura de endurecimiento del aglutinante presente en las fibras de la manta.

En los cajones siguientes, por ejemplo los cajones 25-27, es introducido esta vez aire caliente por la parte superior del horno y evacuado por la base.

Los humos suplementarios generados en los cajones son finalmente evacuados en la cámara de salida 19, a través de la campana 19.

Del control de la temperatura en los diferentes cajones dependen las propiedades mecánicas del producto final, especialmente si se utiliza un aglutinante verde como se indicó anteriormente.

En la figura 3 se ha representado más en detalle y de modo esquemático un cajón 30.

En el cajón 30 representado en la figura 3 no se han representado, para más claridad, los conductos de llegada 28 y de salida 29 de aire. Solo están representadas las aberturas 31 y 32 practicadas en el lado del cajón en las cuales desembocan respectivamente los conductos de llegada del aire caliente y los conductos de salida del aire después del paso a través de la manta de fibras.

Por « abertura » se entiende en el sentido de la presente descripción, una abertura única en toda la longitud considerada o una serie de aberturas o de ranuras próximas y espaciadas una de otra por segmentos de refuerzo (no representados en las figuras).

En la figura 3 se ha representado una configuración clásica de un cajón 30 y de su sistema de alimentación de aire caliente y de evacuación en la salida del aire, después del paso a través de la manta 11. El aire caliente es introducido según las flechas 40 a nivel de las aberturas 31 dispuestas en un primer lado 33 del cajón, por referencia al sentido de circulación 50 de la manta que define la longitud L de paso a través de la manta a lo largo del cajón. El aire caliente, tal como está esquematizado por las flechas 41, atraviesa después los transportadores perforados (no representados en la figura 3) y la manta de fibras 11 para aumentar progresivamente la temperatura en el interior de ésta. Después del paso a través, el aire es a continuación reciclado y evacuado por aberturas 32 (como está simbolizado por flechas 42), practicadas en el lado opuesto 34 del cajón. Las aberturas 31 y 32 cubren longitudes L_1 y L_2 comprendidas clásicamente por ejemplo entre el 20% y el 70% de la longitud L del cajón. De acuerdo con el modo de realización ilustrado en la figura 3, dado a título comparativo, la abertura de entrada de los gases 31 se extiende sensiblemente desde una primera extremidad 35 del cajón hacia la otra extremidad 36 del cajón, en una porción de longitud L_1 del orden de los 2/3 de la longitud total L del cajón, según el sentido de desplazamiento de la manta de fibras. La abertura de salida de los gases 32 se extiende sensiblemente desde la otra extremidad 36 del cajón hacia la citada primera extremidad 35 del cajón, en una porción de longitud L_2 igualmente del orden de los 2/3

de la longitud total L del cajón. En la porción de longitud que no presenta abertura, está prevista igualmente una puerta de acceso 39 al cajón 30, útil para el mantenimiento y la limpieza de éste y de los transportadores.

En la figura 4, se ha representado esta vez un cajón 30 de acuerdo con el objeto de la presente invención, según una primera realización. En todas las figuras, los mismos números designan los mismos elementos o sensiblemente los mismos elementos, sin que sea necesario repetir otra vez sus significados. De acuerdo con la presente invención, en el cajón 30, las llegadas de aire desembocan en parte en aberturas 31 practicadas en un primer lado lateral 33 y en parte en el lado lateral opuesto 34 del citado cajón 30. En las figuras, se indican por 31a las aberturas en el primer lado y 31b las aberturas en el lado opuesto. Las aberturas de entrada de los gases 31 (31a y 31b) se extienden sensiblemente según la longitud L_1 desde una primera extremidad 35 del cajón hacia la otra extremidad 36 del cajón, en la mayor parte, por ejemplo más del 70% o incluso más del 80%, de la longitud total L del cajón. El aire caliente 40 es así introducido esta vez por los dos lados 33 y 34 del cajón, por debajo de la manta de fibras 11, atraviesa ésta (véanse las flechas 41) y después es evacuado (véanse las flechas 42) en la parte superior del cajón, por las aberturas 32 (32a y 32b) que están dispuestas por encima de las aberturas 31 y cubren sensiblemente la misma superficie ($L_1 \approx L_2$). De acuerdo con el primer modo, las aberturas 31 y 32 están centradas sobre el centro del horno.

En la figura 5, se ha representado un cajón 30 según un segundo modo de realización de acuerdo con la presente invención. Esta configuración difiere de la descrita precedentemente en relación con la figura 4 por la disposición diferente de las aberturas 31 y 32. Las aberturas 31a y 31b de entrada de aire presentes respectivamente en los lados laterales 33 y 34 de los cajones están esta vez desplazadas unas con respecto a las otras: en el primer lado 33, las aberturas 31a se extienden desde una primera extremidad 35 hacia la extremidad opuesta 36 mientras que en el segundo lado 34, las aberturas 31b se extienden esta vez desde la extremidad 36 hacia la extremidad 35. Como se explicó en relación con la figura 1, las aberturas 31 y 32 cubren según este modo solamente una parte L_1 de la longitud total L del cajón, del orden del 50% al 80%, por ejemplo aproximadamente $2/3$ de la longitud L. De acuerdo con esta configuración, existe por tanto en la parte central del horno y según la dirección dada por la longitud L, una zona de recubrimiento entre las aberturas opuestas 31a y 31b, a nivel de la cual los flujos de aire se encuentran. Esta zona representa por ejemplo entre el 5% y el 30% de la longitud L. En cada lado, las aberturas 32 están practicadas directamente por encima de las aberturas 31, es decir que la abertura (o la serie de aberturas 31a está dispuesta por encima de la abertura (o la serie de aberturas) 32a en el lado lateral 33 y la abertura 31b está dispuesta por encima de la abertura 32b en el lado lateral 34. Así pues, en un mismo lado, las aberturas 31 y 32 no presentan desplazamiento según la longitud L y cubren sensiblemente la misma superficie ($L_1 \approx L_2$). En funcionamiento, el aire caliente 40 es introducido por debajo de la manta de fibras 11 por los dos lados del cajón a través de las aberturas 31a y 31b, atraviesa a ésta (véanse las flechas 41) y después es evacuado (véanse las flechas 42) hacia la parte superior del cajón, por las aberturas 32a y 32b.

Como la configuración descrita anteriormente en relación con la figura 1, una realización de este tipo presenta la ventaja de permitir la presencia de una puerta de acceso 39 al cajón 30, útil para el mantenimiento y la limpieza de éste.

En la figura 6 se ha representado un cajón 30 según una tercera realización preferida de acuerdo con la presente invención. Esta configuración difiere de la descrita anteriormente en relación con las figuras 4 y 5 por una disposición alternativa de las aberturas 31 y 32. Las aberturas 31a y 31b de llegada de aire, dispuestas en cada lado, respectivamente 33 y 34, están esta vez desplazadas unas respecto de las otras, según la dirección dada por la longitud L. Una primera abertura 31a está dispuesta según el primer lado 33 desde la primera extremidad 35 de la longitud del cajón hacia el centro del cajón, en una porción L_1 inferior al 70% y preferentemente inferior al 60%, incluso inferior al 50% de la longitud L. En el lado opuesto 34 una segunda abertura 31b está dispuesta desde la extremidad opuesta 36 de la longitud del cajón hacia la otra extremidad 35, en una porción L_1 igualmente inferior al 70% y preferentemente inferior al 60%, incluso inferior al 50% de la longitud L. Como está representado en la figura 6, las entradas de aire 31a y 31b en cada una de las respectivas caras 33 y 34 no están enfrentadas sino desplazadas una respecto de la otra, extendiéndose cada una respectivamente a partir de una primera extremidad 35 o a partir de la extremidad opuesta 36 hacia el centro del cajón 30. De acuerdo con la configuración preferida representada en la figura 2, en la cual L_1 y L_2 son inferiores al 50% de la longitud L, no hay recubrimiento en la zona central del cajón entre las aberturas 31a y 31b. Sin salirse del marco de la invención, las aberturas 31a y 31b pueden igualmente extenderse más allá del centro del cajón, obteniéndose entonces una zona de recubrimiento entre el flujo de aire procedente de la abertura 31a y el flujo de aire procedente de la abertura 31b. Esta zona representa por ejemplo entre el 5% y el 30% de la longitud L. Tal configuración puede ser utilizada ventajosamente con el objetivo de homogeneizar los flujos procedentes de las dos llegadas de aire.

De acuerdo con este modo, según un mismo principio, las aberturas para las salidas de aire 32a y 32b en cada una de las caras respectivas 33 y 34 no están enfrentadas sino desplazadas una respecto de la otra del mismo modo que el explicado precedentemente. Así, las salidas de aire 32 (32a y 32b) no están, según un mismo lado, dispuestas directamente por encima de las aberturas de entrada de aire 31 (respectivamente 31a y 31b) sino igualmente desplazadas con respecto a éstas. De este modo, se obtiene así al final un cajón en el cual a la vez respectivamente las aberturas 31a y 31b para las entradas de aire y las aberturas 32a y 32b para las salidas de aire no están enfrentadas sino desplazadas de un lado al otro, según la dirección de desplazamiento de la manta.

Se facilitan ejemplos a título ilustrativo y a fin de apreciar las características técnicas de los diferentes modos de realización expuestos anteriormente y compararlas con respecto a los sistemas de horno actuales.

5 De modo más preciso, en los ejemplos que siguen, se ha efectuado una modelación de estos diferentes modos, en un único cajón que presenta una de las configuraciones precedentes. A continuación se facilitan las condiciones de la simulación y los resultados obtenidos:

Para realizar este estudio comparativo, se ha efectuado un modelo aerúlico de estudio de los flujos de aire caliente en el interior de un cajón tal como el descrito precedentemente sobre la base de las hipótesis y aproximaciones siguientes:

- 10 - Los intercambios térmicos en el interior de la manta son tenidos en cuenta a través de un término fuente que modela globalmente la pérdida térmica. La diferencia de temperatura entre la parte superior e inferior de la manta es ajustada por intermedio de este término fuente.
- Se considera una ausencia de inercia de los componentes (sin calentamiento de las cintas transportadoras, de los transportadores, de las chapas,...)
- Los gases calientes del horno son asimilados al aire caliente, siendo considerado el aire como un gas perfecto.
- 15 - Se supone la permeabilidad del producto isotrópica y las zonas de fugas entre las placas se modelan con la ayuda de un medio poroso del que se hace variar la permeabilidad para obtener el nivel de fugas,
- Las pérdidas térmicas a nivel de las paredes no son tenidas en cuenta.

20 Aunque este modelo pueda ser considerado como aproximado con respecto a los intercambios de calor entre la manta y los gases calientes que circulan a través del cajón modelado, éste tiene la precisión suficiente para analizar en valor relativo la repartición de la presión sobre las caras superiores e inferiores de la manta. Éste permite en particular analizar las diferencias relativas de la distribución de velocidad a través de la manta para las diferentes configuraciones anteriormente descritas en relación con las figuras 3 a 6 adjuntas.

25 Además, las simulaciones son realizadas a caudal impuesto y constante y a permeabilidad de manta constante, lo que permite visualizar directamente la pérdida de carga generada en el horno y compararla entre las diferentes configuraciones. La pérdida de carga está ligada directamente al consumo energético de la instalación.

Para las simulaciones, se utilizan los parámetros siguientes. Las simulaciones hacen uso del software Fluent, utilizado de manera estacionaria. El resolovedor utilizado está basado en la presión, de acuerdo con un algoritmo desacoplado de tipo « SIMPLE ». Se considera un flujo mono-especie de aire asimilado a un gas perfecto de termodinámica variable con λ (conductividad térmica), c_p (calor másico) y μ (viscosidad) funciones de la temperatura.

30 La turbulencia es modelada por el modelo k-w SST facilitado por el software Fluent ®.

Se han impuesto a los límites las condiciones siguientes: Para las entradas de aire caliente a nivel de la salida de ventilador:

- Caudal total impuesto de aire 5 kg/s
- Temperatura total 235 °C.

35 Los gases del quemador son asimilados a aire caliente.

En lo que concierne a la manta de lana de vidrio:

-Permeabilidad K de la manta al aire, indicando el índice « perpendicular » que ésta es medida a través del espesor del producto e indicando el índice « paralelo » que ésta es medida en el plano de la manta de lana de vidrio:

- 40 a) para un producto de mayor densidad (densidad superior a 20 kg/m³): $K_{\perp}=K//=2.10^{-9} \text{ m}^2$,
- b) para un producto de menor densidad (densidad inferior a 20 kg/m³): $K_{\perp}=K//=1.10^{-8} \text{ m}^2$.

- Espesor: 100 mm,
- Pérdidas térmicas. $\Delta T = 30 \text{ °C}$,
- Velocidad de paso continuo: 0,18 m/s.

45 En lo que concierne a las rejillas perforadas:

ES 2 475 202 T3

- Alta permeabilidad transversa: la pérdida de carga generada por el flujo a través de las rejillas es considerada como despreciable frente a la pérdida de carga generada en el interior de la manta.
- Baja permeabilidad longitudinal: la permeabilidad longitudinal es 10 veces menor que en el interior de la manta. Las pérdidas térmicas de las paredes del horno son despreciadas.

5 La anchura de las aberturas es igual al 12% de la altura total del cajón.

La evaluación del rendimiento entre las diferentes configuraciones es permitida por la comparación de los diferentes valores finalmente obtenidos para:

- La pérdida de carga generada en los conductos de ventilación, en el paso a través del cajón y de la manta de fibras,
- 10 - La homogeneidad de la distribución de la velocidad vertical media de paso a través de la manta de fibras. Esta homogeneidad es medida por el cálculo de la varianza de la citada velocidad vertical, según la anchura de la manta de fibras e integrada en toda la longitud de ésta.

La tabla 1 que sigue resume el conjunto de los resultados encontrados para las diferentes configuraciones simuladas en relación con las figuras 3 a 6.

15

Tabla 1

| Ejemplo | Ejemplo 1 | Ejemplo 2 | Ejemplo 3 | Ejemplo 4 |
|--|-----------------------------------|---|--|--|
| Ilustración | Figura 3 (comp.) | Figura 4 | Figura 5 | Figura 6 |
| Longitud abertura(s) | $L_1=L_2=0,67L$ | $L_1=L_2=0,86L$ | $L_1=L_2=0,67L$ | $L_1=L_2=0,47L$ |
| Configuración aberturas | -1 entrada (31) -1 salida (32) | -2 entradas (31a y 31b) -2 salidas (32a-32b) | -2 entradas (31a y 31b) -2 salidas (32a y 32b) | - 2 entradas (31a y 31b) - 2 salidas (32a y 32b) |
| Desplazamiento de las aberturas según la longitud L | Entre entrada 31 y salida 32 | - Ningún desplazamiento | -Entradas 31a y 31b desplazadas - Sin desplazamiento entre entradas 31(a) (31b) y salidas 32a (32b) | - Entradas 31a y 31b desplazadas -Desplazamiento entre entradas 31a (31b) y salidas 32a (32b) |
| Manta de menor densidad (7 kg/m³) | | | | |
| Pérdida de carga ΔP (Pascales) | 212 | 179 | 135 | 110 |
| Velocidad vertical media (m/s) | 0,229 | 0,227 | 0,218 | 0,227 |
| Desviación típica velocidad (10^{-3} m/s) | 3,0 | - 1,7 | 1,0 | 0,6 |
| Manta de mayor densidad (28 kg/m³) | | | | |
| Pérdida de carga ΔP (Pascales) | 258 | 225 | 186 | 154 |
| Velocidad vertical media (m/s) | 0,096 | 0,095 | 0,096 | 0,096 |
| Desviación típica velocidad (10^{-3} m/s) | 0,4 | - 0,3 | 0,2 | 0,1 |

En las figuras 7 y 8 anejas, se han llevado los perfiles de velocidad vertical en la anchura de la manta de fibras obtenidos para los ejemplos 1 (comparativo), 3 y 4, integrados en toda la longitud del cajón, en el caso de la manta de fibras de menor densidad (véase la figura 7) y en el caso de la manta de fibras de mayor densidad (véase la figura 8).

20

Se facilitan los comentarios siguientes:

1º) En lo que concierne a los resultados obtenidos con las mantas de menor densidad:

5 Los resultados indicados en la tabla 1 indican una disminución sensible de la pérdida de carga ΔP generada en los conductos de ventilación para el conjunto de las diferentes configuraciones de acuerdo con la invención, con respecto a la configuración de referencia (ejemplo 1 ilustrado por la figura 3), en la cual la alimentación de aire caliente es efectuada en un solo lado del cajón.

De modo muy particular, la configuración según el ejemplo 4 (ilustrado por la figura 6) se considera particularmente ventajosa, puesto que se constata una disminución en un factor casi igual a 2 de la pérdida de carga, para productos de baja densidad.

10 Para la configuración según el ejemplo 2, la disminución de la pérdida de carga es totalmente significativa aunque menos pronunciada que la obtenida para la configuración según el ejemplo 4.

Para la configuración según el ejemplo 3, se obtiene igualmente una mejora de la pérdida de carga aunque más limitada.

15 Además, en el ejemplo 4 se constata una mejora del orden del 80% de la desviación típica de la velocidad vertical cuando se integran los perfiles de velocidad según el sentido de paso continuo del producto, es decir en la longitud del horno.

20 Como está representado en la figura 7, según la configuración del ejemplo 1 comparativo, se puede calcular una desviación del 3,9% entre el mínimo y el máximo de velocidad con gran disparidad izquierda / derecha (liberándose de los efectos de bordes). Deberá observarse que tal desviación es del orden de la que realmente se constata en un cajón de este tipo, que equipa a un horno en las líneas de producción).

Según la configuración de acuerdo con la invención, se ve que esta desviación puede ser llevada a un valor inferior al 1% con una pequeña disparidad entre el lado derecho y el lado izquierdo de la manta.

2º) En lo que concierne a los resultados obtenidos con las mantas de menor densidad:

25 Las tendencias observadas son las mismas que las descritas anteriormente para el producto de baja densidad. Se constata una mejora ligeramente menos significativa de la pérdida de carga. Mejora igualmente la homogeneidad de las velocidades verticales de paso (véase la figura 8), aunque las disparidades izquierda / derecha obtenidas para la configuración de referencia sean menos críticas para el producto más denso.

30 En conclusión, las pruebas de simulación indican sin ninguna duda que las configuraciones de acuerdo con la presente invención, en particular las configuraciones según los ejemplos 2 y 4 y de modo muy particular la configuración del ejemplo 4, son de mejor rendimiento que las la configuración comparativa, considerada como representativa del ámbito anterior.

35 Para los productos de baja densidad, una alimentación de los dos lados de acuerdo con la invención permite homogeneizar la distribución de velocidad izquierda / derecha, lo que permite mejor regulación de la temperatura « vista » por el aglutinante en cualquier punto de la manta de fibra y por consiguiente hace posible la mejora de la calidad de cocción del producto y así de sus propiedades finales.

Por otra parte, la puesta en práctica de la invención genera igualmente una disminución consecuente de la pérdida de carga que se traducirá concretamente en un aumento de la capacidad del horno y/o de las ganancias de eficacia energética.

40 Para los productos de gran densidad, se observa igualmente la mejora de la homogeneidad de la velocidad aunque menos significativa, permitiendo la resistencia de la manta al paso del aire homogeneizar de hecho el campo de velocidad, si éste es inicialmente muy heterogéneo. Se observa igualmente una ganancia importante, del orden del 40%, de la pérdida de carga.

45 En los modos de realización y los ejemplos que preceden, se han representado las aberturas para las llegadas de aire caliente por debajo de la manta de fibras, de modo que la corriente de aire que atraviesa a ésta sea ascendente, estando dispuestas las aberturas para las salidas de aire en la parte superior del cajón. Evidentemente, no se saldría de la invención si las aberturas para las llegadas de aire caliente estuvieran dispuestas por encima de la manta de fibras, de modo que la corriente de aire que atraviesa a ésta sea descendente, estando dispuestas entonces las aberturas para las salidas de aire en la parte inferior del cajón.

50 Sin salirse del marco de la invención, el horno de acuerdo con la invención puede comprender solamente los cajones mejorados anteriormente descritos. Alternativamente, el horno de acuerdo con la invención puede comprender cajones mejorados y cajones equipados con aberturas en un solo lado, de acuerdo con la técnica anterior. En particular, los cajones mejorados de acuerdo con la invención pueden estar situados en el interior del horno únicamente en los emplazamientos en los que se pone en práctica el endurecimiento del aglutinante, siendo

entonces primordiales el control mejorado de la temperatura y de la homogeneidad de las velocidades de paso a través de la manta.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Horno (12) de cocción de un aglutinante termoendurecible presente en una manta (11) de fibras minerales, que comprende una serie de cajones (21-27) atravesados sucesivamente por la citada manta de fibras, siendo la citada manta comprimida y transportada a través de los citados cajones por transportadores superiores (13) e inferiores (14) permeables a los gases, presentando cada cajón según la dirección de desplazamiento (50) de la manta una longitud L y comprendiendo además medios de introducción (28) de un flujo de aire caliente, dispuestos por debajo o por encima de la citada manta de fibra y medios de evacuación (29) del aire después del paso a través de la manta, de tal modo que el aglutinante sea llevado progresivamente a una temperatura superior a su temperatura de endurecimiento, estando caracterizado el citado horno por que comprende al menos un cajón (30) en el interior del cual los citados medios de introducción (28) de aire caliente comprenden llegadas de aire que desembocan en parte en aberturas (31a, 31b) practicadas en un primer lado lateral (33) del citado cajón y en parte en aberturas practicadas en el lado opuesto (34) del citado cajón.
- 10 2. Horno de acuerdo con la reivindicación 1 en el cual, en el seno del o de los citados cajones, los citados medios de evacuación del aire después del paso a través de la manta comprenden salidas de aire que desembocan en parte en aberturas (32a, 32b) practicadas en el primer lado lateral (33) y en parte en aberturas practicadas en el lado lateral opuesto (34) del citado cajón.
- 15 3. Horno de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2 en el cual, según la dirección dada por la longitud L del o de los citados cajones, las aberturas (31a) practicadas para las llegadas de aire según el primer lado (33) están sensiblemente enfrente de las aberturas (31b) practicadas para las llegadas de aire según el lado opuesto.
- 20 4. Horno de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2 en el cual, según la dirección dada por la longitud L del o de los citados cajones, las aberturas (31a) practicadas para las llegadas de aire según el primer lado (33) y las aberturas (31b) practicadas para las llegadas de aire según el lado opuesto (33) están desplazadas.
- 25 5. Horno de acuerdo con la reivindicación 4 en el cual, según la dirección dada por la longitud L del o de los citados cajones, las aberturas (31a) según el primer lado (33) y las aberturas (31b) según el lado opuesto (34) presentan una zona de recubrimiento comprendida entre el 5% y el 30% de la longitud L.
- 30 6. Horno de acuerdo con la reivindicación 4 en el cual, según la dirección dada por la longitud L del o de los citados cajones, las aberturas (31a) según el primer lado (33) y las aberturas (31b) según el lado opuesto no presentan zona de recubrimiento.
- 35 7. Horno de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes en el cual, según la dirección dada por la longitud L del o de los citados cajones, las aberturas (31a, 31b) practicadas para las llegadas de aire en los dos lados (33, 34) están desplazadas y están dispuestas:
 - según el primer lado (33): desde una primera extremidad (35) de la longitud del cajón hacia la extremidad opuesta (36) del cajón, en una porción inferior al 80% de la citada longitud,
 - según el lado opuesto (34): desde la extremidad opuesta (36) de la longitud del cajón hacia la otra extremidad (35), en una porción inferior al 80% de la citada longitud.
- 40 8. Horno de acuerdo con la reivindicación precedente en el cual, según la dirección dada por la longitud L del o de los citados cajones, las aberturas (31a) practicadas según el primer lado (33) se extienden desde una primera extremidad (35) hasta el centro del citado cajón y en la cual las aberturas (31b) practicadas según el lado opuesto (34) se extienden desde la otra extremidad (36) hasta el centro del citado cajón.
- 45 9. Horno de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes en el cual, según la dirección dada por la longitud L del o de los citados cajones, las aberturas (32a) practicadas para las evacuaciones de aire después del paso a través de la manta de fibras están dispuestas por encima de las aberturas (31a) de llegadas de aire.
10. Horno de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes en el cual, según la dirección dada por la longitud L del o de los citados cajones, las aberturas (32a) practicadas para las evacuaciones de aire después del paso a través de la manta de fibras están desplazadas con respecto a las aberturas (31a) de llegada de aire.
11. Cajón tal como el descrito en una de las reivindicaciones precedentes.
- 50 12. Procedimiento de fabricación de una manta de fibras de lana mineral, en particular de fibras de lana de vidrio, que comprende al menos una etapa de fibrado de las citadas fibras sobre las cuales es pulverizada una solución de aglutinante termoendurecible y una etapa de calentamiento del aglutinante hasta una temperatura que permita el endurecimiento del aglutinante, en el cual la citada etapa de calentamiento es puesta en práctica por medio de un horno de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10.
13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación precedente en el cual el citado aglutinante procede de una base vegetal, en particular a base de azúcares hidrogenados o no.

14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 o 13, en el cual se inyecta en el horno aire caliente cuya temperatura está comprendida entre 200 °C y 250 °C.

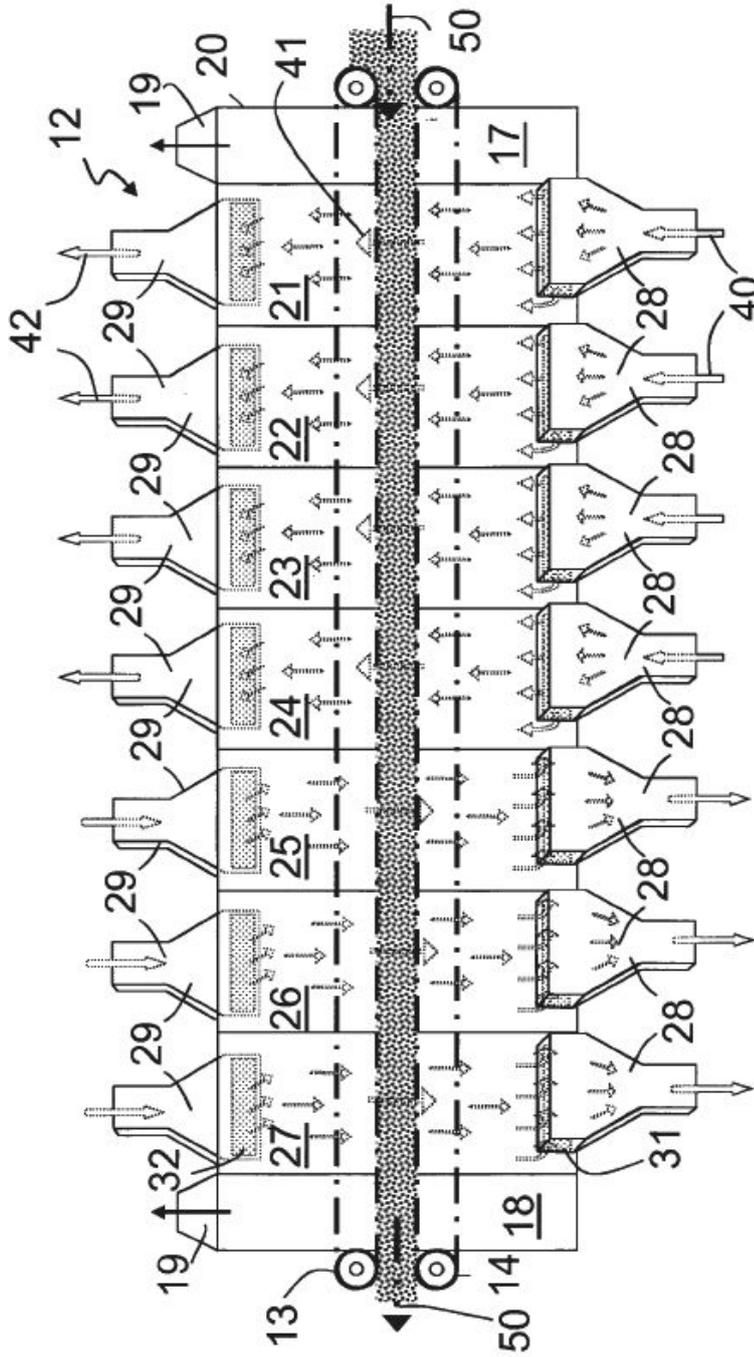


Figura 2

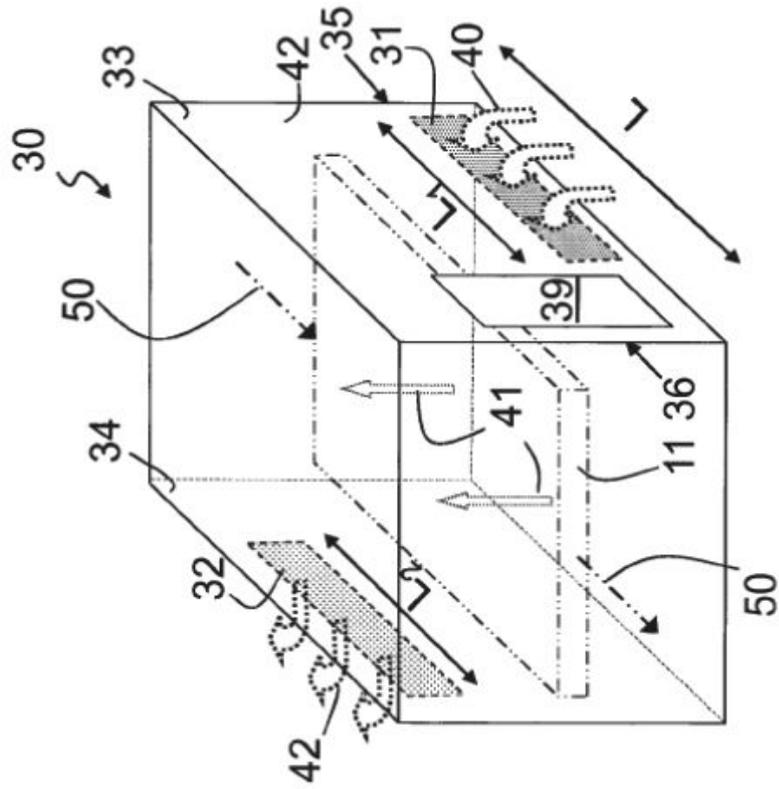


Figura 3

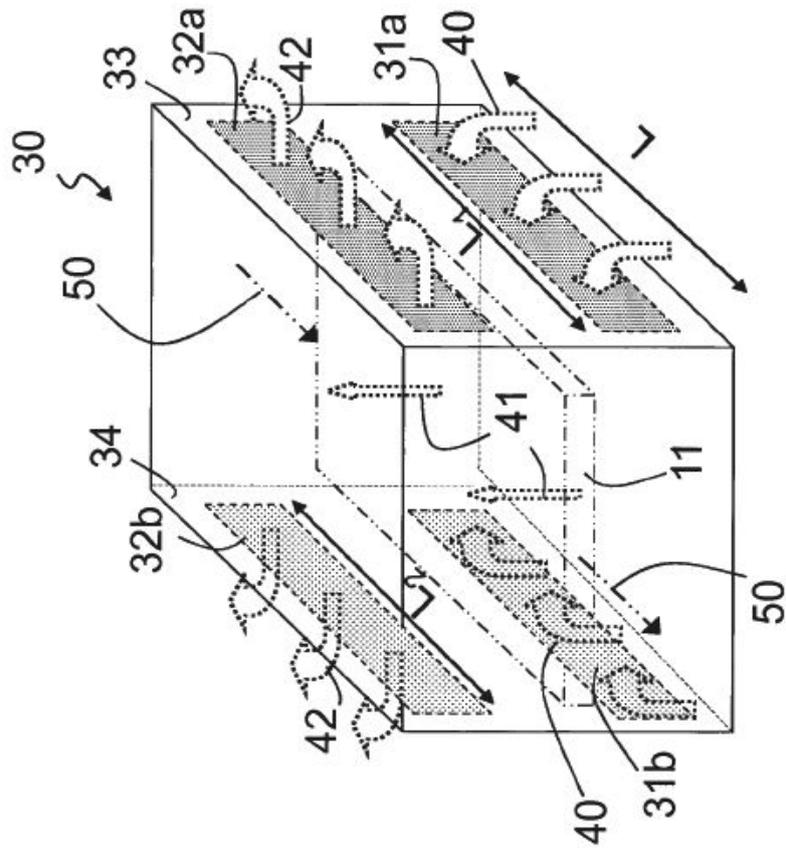


Figura 4

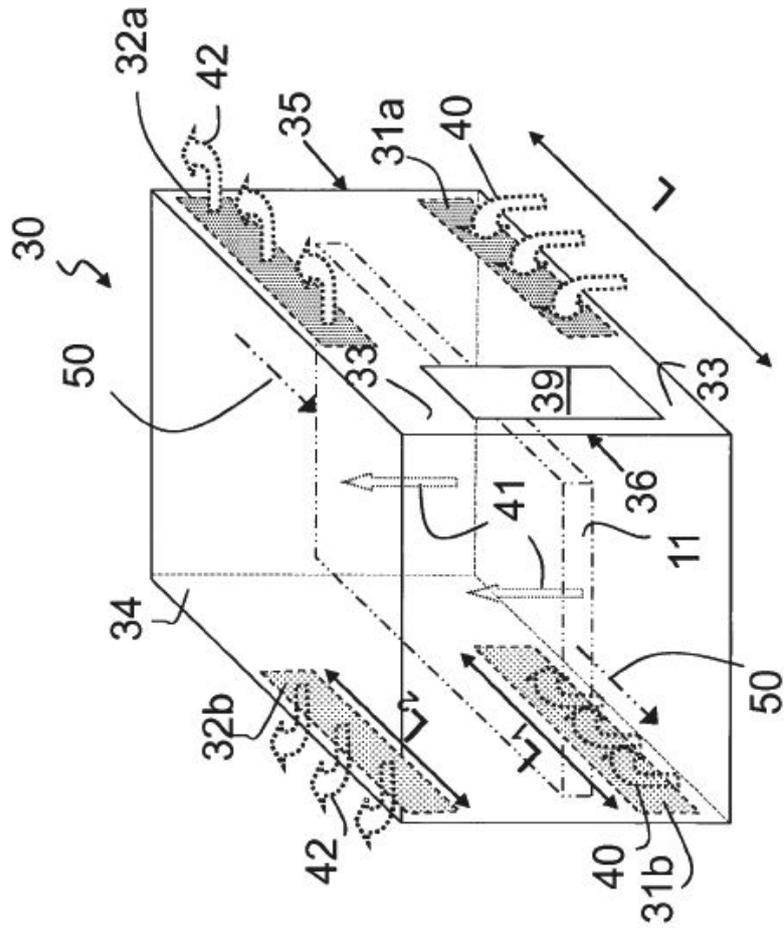


Figura 5

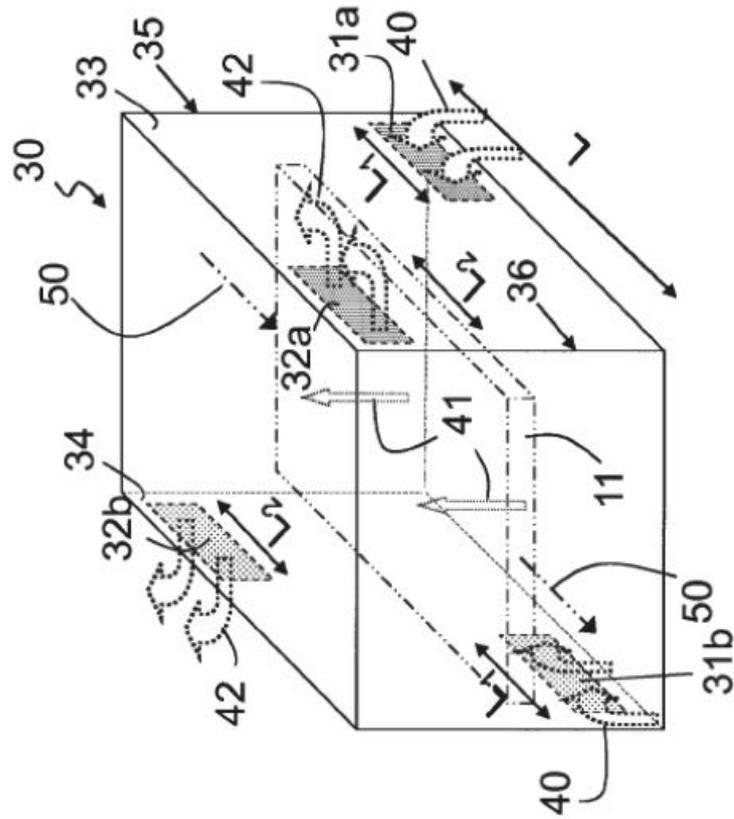


Figura 6

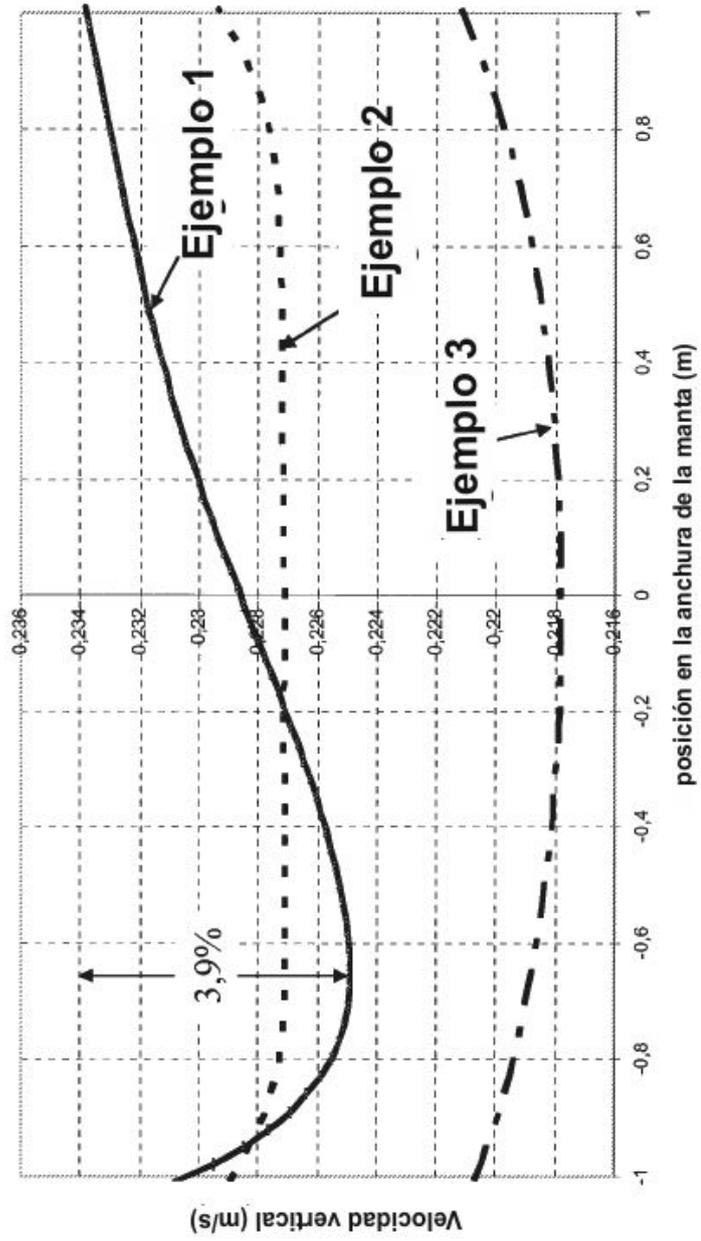


Figura 7

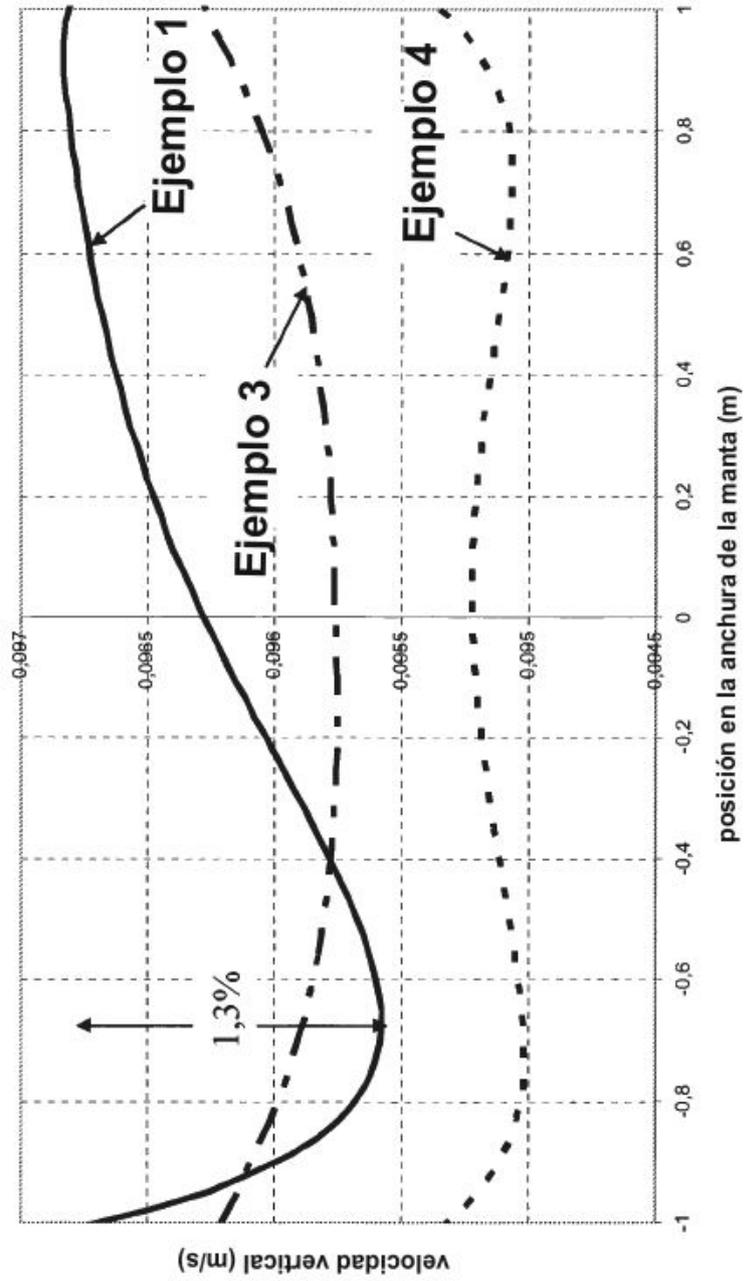


Figura 8