

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 233**

51 Int. Cl.:

F26B 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2013 PCT/EP2013/055510**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.09.2013 WO13139720**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2013 E 13709463 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2017 EP 2828595**

54 Título: **Aparato de secado en continuo de partículas**

30 Prioridad:

21.03.2012 BE 201200196

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

11.09.2017

73 Titular/es:

**CROSSET, LÉON (100.0%)
Z.I. Les Plénesses, 76
4890 Thimister, BE**

72 Inventor/es:

CROSSET, LÉON

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 632 233 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

Aparato de secado en continuo de partículas

DOMINIO DE LA INVENCION

5 La invención se refiere a un secador industrial para secar partículas orgánicas, por ejemplo de origen agroalimentario, tales como cereales, o de residuos que sirven como combustible.

ANTECEDENTE TECNOLÓGICO

10 Numerosos procedimientos industriales necesitan el secado de partículas antes de su utilización posterior, ya sea antes del embalaje de productos granulares agroalimentarios o de productos industriales, o antes de la combustión de residuos triturados utilizados como combustibles. Es posible bien entendido efectuar el secado de las partículas por lotes depositando las partículas sobre platos o en un tambor giratorio, preferiblemente perforados a fin de dejar pasar un gas
 15 fluido por las partículas en suspensión bajo la acción del flujo de gas caliente. Sin embargo la mayor parte de las aplicaciones industriales requieren caudales que un procedimiento de secado por lotes no puede alcanzar. Por esta razón, el mismo principio de depositar las partículas para secar sobre un soporte perforado y de exponerlas a un flujo de gas caliente ha sido aplicado a aparatos que permiten el secado en continuo, con una fuente continua de las partículas a secar aguas arriba del secador propiamente dicho y una descarga continua de las partículas secadas aguas abajo de éste.

20 En particular, un secador de banda (belt dryer) está ilustrado esquemáticamente en la fig. 1(a) y comprende una banda perforada flexible continua tensada entre dos rodillos motorizados formando un bucle. Aire u otro gas caliente es soplado bajo la tela superior sobre la que se depositan en continuo las partículas a secar. Un ejemplo de secador de banda es presentado en: http://vishakanindustry.com/p_beltdryer.html (2012). La longitud de un secador de banda depende del tipo de partículas a secar y de su carga en agua. Típicamente, si se necesita una superficie de 120 m² para secar las partículas a las velocidades deseadas, la banda deberá tener una superficie al menos dos veces superior, del orden de
 25 250 m² pues las partículas no son secadas más que sobre la parte superior del bucle que une los dos rodillos. Para una anchura de 2,5 m, haría falta por tanto una banda de 200 m de largo uniendo dos rodillos distantes aproximadamente en 80 m. Una banda de tales dimensiones es muy cara, y difícil de montar/desmontar sobre el aparato. Un secador de banda está por tanto reservado generalmente para el secado de un solo tipo de partículas, pues sería antieconómico cambiar de banda para optimizar el tipo de perforación a un nuevo tipo de partículas. En casos de deterioro de la banda, la unidad completa debe ser detenida durante un largo momento, el tiempo de cambiar o reparar la banda. Para sostener
 30 una banda sobre una longitud parecida, son necesarios numerosos rodillos de sostén montados sobre cojinetes, lo que aumenta el coste y también los riesgos de fallo de tal aparato. Un secador de banda es por tanto muy costoso y poco eficaz en términos de dimensiones, ya que las partículas no son secadas más que sobre menos de la mitad de la longitud de la banda.

35 Existen igualmente secadores de platos perforados tal como se ha representado esquemáticamente en la fig. 1(b), que se parecen a secadores de banda, salvo en que la banda es reemplazada por platos perforados acoplados entre si formando una especie de oruga. La diferencia con un secador de banda es que los platos están articulados de manera que presenten la misma cara ya estén sobre la banda superior o inferior del bucle. Esto permite reducir prácticamente a la mitad la longitud del secador, ya que las partículas son sometidas dos veces a un flujo de gas caliente: una primera vez durante su paso sobre la parte superior del bucle y una segunda vez durante su paso en sentido inverso sobre la
 40 parte inferior. Aunque ventajoso en este punto de vista con relación a un secador de banda, está claro que la mecánica necesaria para los movimientos de los platos es delicada y por tanto costosa y frágil, sobre todo cuando está expuesta a partículas finas que vienen a agarrotar los rodamientos. Además las aberturas creadas entre los platos adyacentes y, sobre todo, los espacios que se abren en el mecanismo de transferencia de los platos durante cada transferencia de un plato de la parte superior a la parte inferior de la oruga crean tantos pasos preferentes de menor resistencia para el flujo de gas caliente, que entrañan una importante caída de la eficacia de este tipo de secadores.

45 El documento EP 197171 describe un secador representado esquemáticamente en la fig. 1(c) (sin los medios de repartición y de recuperación del polvo para simplificar la figura) y que comprende varios platos (1a, 1b) perforados, circulares, superpuestos y montados a rotación sobre un eje central hueco. Cada plato está encerrado en una cámara cilíndrica individual provista de un techo [18] y de un suelo que le separan de los otros platos. Unos medios de
 50 transferencia (4a) del polvo a secar están previstos entre cada plato adyacente (véase flecha gris (4a)). Cada cámara está provista, por una parte, de una primera abertura de introducción de aire caliente, en comunicación fluida con la cavidad del eje central hueco, estando posicionada dicha primera abertura por encima del plato que se encuentra en la cámara correspondiente y, por otra parte, de una segunda abertura de evacuación sobre la pared periférica de la cámara en comunicación con el exterior (o un sistema de evacuación del aire caliente) encontrándose dicha segunda abertura por debajo del plato correspondiente. Se sopla aire caliente en la cavidad del eje hueco según las flechas negras en la
 55 fig. 1(c) y es distribuido en paralelo en cada cámara por la primera abertura de introducción de aire caliente. El aire caliente es obligado a pasar a través del plato perforado circular antes de ser evacuado por la segunda abertura que se encuentra sobre la pared periférica de cada cámara. En realidad tal sistema es semejante en principio a un secador de

banda (véase la fig. 1(a)) cuyo movimiento lineal ha sido reemplazado por un movimiento circular repartido sobre varias etapas con medios de transferencia del polvo de un plato al otro. Por supuesto, tal sistema giratorio tiene una ventaja considerable de ganancia de espacio en el suelo con relación a un secador de banda lineal, pero tal sistema carece de eficacia. En efecto, si el aire caliente que ha atravesado los primeros platos cargados de partículas muy húmedas sale relativamente saturado en humedad, el aire caliente que atraviesa los últimos platos cargados de partículas ya parcialmente secadas sobre los platos precedentes, no sale de nuevo más que un poco cargado de humedad, lo que representa un desperdicio de energía considerable.

Sigue habiendo por tanto una necesidad para un secador industrial para secar partículas en continuo que sea eficaz, fácil de mantenimiento, que ocupe menos superficie en el suelo y menos caro. La presente invención propone tal secador industrial.

RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención está definida en las reivindicaciones independientes. Unas variantes preferidas están definidas en las reivindicaciones dependientes. En particular, la presente invención se refiere a un secador para secar partículas que comprende,

- (a) Un recinto que comprende una pared esencialmente cilíndrica que se extiende a lo largo de un eje vertical, Z,
- (b) Un primer plato circular montado sobre la pared de dicho recinto sensiblemente normal al eje vertical, Z, y en rotación en un primer sentido alrededor del eje vertical, Z, estando la superficie de dicho plato perforada, y siendo permeable a los gases tales como el aire y el vapor de agua y al agua, y
- (c) Un segundo plato circular montado a una cierta distancia del primer plato sobre la pared de dicho recinto sensiblemente normal al eje vertical, Z, y en rotación alrededor de dicho eje vertical, Z, en el sentido inverso de rotación del primer plato, estando la superficie de dicho plato perforada y siendo permeable a los gases tales como el aire y el vapor de agua y al agua,
- (d) Un primer medio de repartición de dichas partículas a secar apto para repartir dichas partículas antes del secado a lo largo de un radio del primer plato,
- (e) Un medio de recuperación de las partículas depositadas sobre el primer plato después de una rotación de un ángulo dado de éste, estando situado dicho medio de recuperación aguas abajo, preferiblemente adyacente al primer medio de repartición,
- (f) Un medio de transferencia de las partículas recogidas del primer plato por el medio de recuperación hacia un segundo medio de repartición apto para repartir dichas partículas a lo largo de un radio del segundo plato,

caracterizado por que el secador comprende, además,

un medio de soplado de gas caliente según un flujo sensiblemente paralelo al eje Z, que pasa en primer lugar a través de la superficie perforada del segundo plato antes de pasar directamente después a través de la superficie perforada del primer plato.

En una primera variante de la invención, el primer plato está situado por debajo del segundo plato y el gas caliente es preferiblemente aire caliente que circula desde arriba hacia abajo, mientras que en una segunda variante, el primer plato está situado por encima del segundo plato y el gas caliente circula desde abajo hacia arriba. La primera variante tiene entre otras la ventaja de que el gas caliente aplica las partículas contra la superficie de los platos lo que puede ser ventajoso en términos de reducción del polvo generado en el caso de partículas finas. La segunda variante tiene la ventaja de que la transferencia de las partículas parcialmente secadas del primer plato superior hacia el segundo plato inferior es facilitada por la gravedad, lo que puede ser particularmente ventajoso para partículas de densidad elevada.

Cada plato puede ventajosamente comprender una estructura rígida autoportante de alta permeabilidad de tipo emparrillado, sobre la que es colocada una capa filtrante que comprende aberturas de tamaño y densidad correspondientes a la permeabilidad deseada según el tipo y tamaño de las partículas a secar. Esta solución ofrece una gran flexibilidad pues es muy fácil reemplazar una chapa perforada, un tamiz, una rejilla o incluso una tela sobre un emparrillado para secar sucesivamente partículas de granulometrías muy diferentes, lo que es prácticamente irrealizable con un secador de banda o de paletas.

El primer y segundo medios de repartición de las partículas a secar sobre el primer y segundo platos, respectivamente, comprenden de manera precedida cada uno al menos un tornillo de Arquímedes que se extiende a lo largo de un radio del primer y segundo platos, respectivamente. El o los tornillos de Arquímedes están encerrados en un recinto provisto de una o varias aberturas que se extienden a lo largo de dicho radio de los platos y que permiten el espolvoreado de las partículas sobre el plato que se encuentra directamente por debajo.

Igualmente, el medio de recuperación del primer plato comprende de manera preferida al menos un tornillo de

Arquímedes que se extiende a lo largo de un radio de dicho plato que está encerrado en un recinto provisto de una o varias aberturas que se extienden a lo largo de dicho radio del primer plato. Las aberturas están unidas a un rascador o cepillo apto para recoger y dirigir las partículas llevadas por la rotación del plato hacia el tornillo de Arquímedes. Es ventajoso que el segundo plato también comprenda un medio de recuperación de las partículas depositadas sobre el segundo plato y secadas después de una rotación de un ángulo dado de éste, estando situado dicho medio de recuperación aguas abajo, preferiblemente adyacente al segundo medio de repartición. Se prefiere que el medio de recuperación del segundo plato sea semejante al del primer plato discutido anteriormente.

Un tercer plato circular puede estar montado sensiblemente de forma horizontal a una cierta distancia y separado del primer plato por, el segundo plato, en rotación alrededor de dicho eje vertical, Z, en el sentido inverso de rotación del segundo plato, estando perforada la superficie de dicho plato y siendo permeable a los gases tales como el aire y el vapor de agua y al agua. Un medio de transferencia permite transferir las partículas recogidas del segundo plato por el segundo medio de recuperación descrito más arriba hacia un tercer medio de repartición apto para repartir dichas partículas a lo largo de un radio del tercer plato. Esta configuración permite reducir el radio de los discos y por tanto la superficie en el suelo ocupada por el secador, pero es evidentemente más alta.

A fin de recoger las partículas finas que han atravesado el plato inferior y que se acumulan sobre el suelo del secador, éste comprende de manera preferida una abertura de evacuación de estas partículas. Además, un rascador está preferiblemente fijado de manera solidaria al plato inferior y es apto para seguir el movimiento de rotación de éste para empujar las partículas depositadas sobre el suelo hacia dicha abertura de evacuación.

La zona de secado propiamente dicha está comprendida preferiblemente entre una pared cilíndrica exterior de diámetro correspondiente al de los discos, y una pared cilíndrica interior, coaxial a la pared exterior, y que define un recinto hueco centrado sobre el eje Z de rotación de los platos. La pared interna se extiende de manera continua al menos desde el plato superior hasta el plato inferior. El recinto puede convenir de manera ventajosa para alojar los ventiladores necesarios para crear el flujo de gas o el motor que arrastra la rotación de los platos y así atenuar las molestias sonoras. Permite también a un operador acceder a diferentes elementos mecánicos por el interior para el mantenimiento y las reparaciones de la máquina.

Un segundo o bien un tercer secadores tales como los descritos más arriba pueden ser superpuestos sobre el primer secador y multiplicar así la capacidad de secado para una misma ocupación de superficie en el suelo. Una fuente de partículas a secar, tal como un silo puede estar unido aguas arriba al primer medio de repartición de las partículas a secar sobre el primer plato. Por ejemplo, las partículas a secar pueden ser productos agroalimentarios tales como cereales, abono u hojas de té, residuos orgánicos triturados para secar con vistas a su utilización como combustible, productos particulares cosméticos o farmacéuticos, pigmentos, gránulos de polímeros, polvos cerámicos, etc. Aguas abajo, puede estar integrada una unidad de almacenamiento y/o embalaje.

En el caso de secado de partículas a utilizar como combustible, el secador puede ser unido aguas abajo a una caldera alimentada con partículas secadas como combustible. Esta caldera puede estar unida a una turbina alimentada con vapor a una temperatura, T1, por la caldera, que activa un generador de corriente eléctrica. El vapor o el líquido que provienen de la turbina puede ser enviado a una temperatura, T2 < T1, hacia un intercambiador de calor para calentar el aire del medio de soplado de gas caliente del secador y/o de otro secador.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para una mejor comprensión de la naturaleza de la presente invención, se ha hecho referencia a las figuras siguientes, de las que:

La fig. 1 ilustra (a) un secador de banda, (b) un secador de paletas, de la técnica anterior y (c) un secador según EP 197171.

La fig. 2 ilustra esquemáticamente dos variantes de la presente invención.

La fig. 3 ilustra la variante de la fig. 2 (a).

La fig. 4 ilustra la variante de la fig. 2 (b).

La fig. 5 ilustra una realización de la presente invención.

La fig. 6 ilustra gráficamente la evolución del contenido en agua (línea continua) y de la temperatura (línea de trazos) de las partículas así como del gas entrante (AIR IN) y saliente (AIR OUT) de un plato en función de la posición angular sobre el primer y el segundo platos.

La fig. 7 ilustra un ejemplo de instalación que comprende un secador según la presente invención para el secado de residuos con vistas a su utilización como combustible.

La fig. 8 ilustra una instalación según la presente invención provista de un plato suplementario de enfriamiento de las

partículas secadas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE MODOS DE REALIZACIÓN PARTICULARES

Contrariamente al movimiento lineal de los secadores de banda o de platos perforados actualmente disponibles en el mercado para el secado de partículas y representados esquemáticamente en la fig. 1, el secador de la presente invención está basado en los movimientos giratorios en sentidos contrarios de al menos un primer y segundo platos (1a, 1b) superpuestos. Este enfoque permite la concepción de equipos de secado de partículas mucho más compactos que los secadores de movimiento lineal. En particular y como se ha ilustrado en las figs. 2 a 4 un secador según la presente invención comprende un primer plato (1a) circular montado sensiblemente de forma horizontal en rotación en un primer sentido alrededor de un eje vertical, Z, estando perforada la superficie de dicho plato y siendo permeable a los gases tales como el aire y el vapor de agua, y al agua. Un motor (7a) asegura la rotación del primer plato (1a). Un primer medio de repartición (2a) de dichas partículas a secar esta montado por encima del primer plato de manera que pueda repartir dichas partículas antes del secado a lo largo de un radio del primer plato (1a). Un primer medio de recuperación (3a) de las partículas depositadas sobre el primer plato (1a) después de una rotación de un ángulo dado de éste está montado aguas abajo del primer medio de repartición (2a). A fin de aumentar el tiempo de secado de las partículas depositadas sobre el primer plato (1a) el primer medio de recuperación (3a) es preferiblemente adyacente al primer medio de repartición (2a), extendiéndose los dos medios preferiblemente a lo largo de dos radios del disco.

Un medio de transferencia (4a) de las partículas recogidas del primer plato (1a) por el medio de recuperación (2a) permite transferirlas hacia un segundo plato por medio de un segundo medio de repartición (2b) apto para repartir dichas partículas a lo largo de un radio del segundo plato (1b) circular. El segundo plato (1b) circular es semejante al primer plato (1a) y está montado sensiblemente de forma horizontal a una cierta distancia de este último, en rotación alrededor de dicho eje vertical, Z, pero en el sentido inverso de rotación al del primer plato. Como la del primer plato (1b), la superficie del segundo plato (1b) esta perforada y es permeable a los gases tales como el aire y el vapor de agua y al agua. La rotación del segundo plato (1b) está igualmente motorizada por un motor (7b) que puede ser el mismo o diferente del motor (7a) que permite la rotación del primer plato (1a).

En una variante preferida de la invención, el segundo plato (1b) comprende igualmente un medio de recuperación (3b) de las partículas depositadas sobre el segundo plato después de una rotación de un ángulo dado de éste, estando situado dicho medio de recuperación aguas abajo, preferiblemente adyacente al segundo medio de repartición (2b) y siendo preferentemente semejante al medio de recuperación del primer plato.

El secado de las partículas depositadas sobre el primer plato (1a) perforado, transferidas después de una rotación dada de dicho primer plato hacia el segundo plato (1b) perforado y en rotación es asegurado por un medio de soplado de gas caliente (5) según un flujo sensiblemente paralelo al eje Z, que pasa a través del segundo plato (1b) antes de pasar a través del primer plato (1a), definiendo así un sistema de secado a contracorriente. Es importante que el flujo de gas caliente y seco pase en primer lugar por el segundo plato, donde las partículas están ya parcialmente secadas por su permanencia sobre el primer plato, que a su vez es alcanzado por un flujo de gas caliente parcialmente cargado en humedad después del paso por el segundo plato. La ventaja de tal sistema de secado a contracorriente está ilustrada esquemáticamente en las figs. 3, 4 y 6. La fig. 6 informa esquemáticamente del contenido de agua (línea continua) y de la temperatura (línea de trazos de las partículas (gráfico del centro « partículas ») así como del gas (a menudo aire) aguas arriba (gráfico de la parte alta « aire entrante ») y aguas abajo (gráfico de la parte baja « aire saliente ») de cada plato, para posiciones A a F sobre el primer y segundo platos (1a, 1b) tales como indicadas en las figs. 3(a) y 4(a). La ordenada de humedad relativa indica el contenido en agua de las partículas durante su recorrido a través del secador así como del aire aguas arriba (air in) y aguas abajo (air out) del primer y segundo platos, respectivamente, a una posición angular A a F dada relativa a su contenido en agua inicial, calculado como $(H - H_0) / (H_1 - H_0)$ donde H es el contenido en agua de las partículas así como del aire aguas arriba del primer y segundo platos a una posición angular dada, H_0 es su contenido en agua antes de cualquier contacto entre el gas y las partículas y H_1 es su contenido en agua al final del procedimiento de secado, es decir de las partículas que han alcanzado el segundo medio de recuperación (3b) y del aire aguas abajo del primer plato (1a).

Las partículas (gráfico del centro «partículas») están repartidas sobre el primer plato (1a) con su contenido inicial máximo, $H_{0,part}$ visible a la izquierda del gráfico, en posición A del primer plato (1a) de la fig. 6 (línea continua). En la fig. 3(a) ello corresponde a la izquierda del repartidor (2a) del primer plato (1a) superior, mientras que en la fig. 4(a) ello corresponde a la posición a la derecha del repartidor (2a) del primer plato (1a) inferior. Las partículas son en primer lugar transportadas por la rotación del primer plato (1a) desplazándose hacia la derecha del gráfico de la fig. 6 pasando por las posiciones B y C antes de ser recuperadas por el medio (3a) y transferidas hacia la posición (D) del segundo plato por el medio de transferencia (4a). En el curso de la rotación del primer plato y de las partículas s que se encuentran en él, el índice de humedad de dichas partículas disminuye bajo la acción del flujo de gas caliente (curva continua del gráfico « partículas » de la fig. 6). Las partículas llegan a D sobre el segundo plato parcialmente secadas y comienzan una segunda rotación en sentido inverso donde el flujo de aire caliente termina de secarlas hasta que alcanzan su índice de humedad final, $H_{1,part}$, en posición F visible en el extremo derecho del gráfico de la fig. 6, después de ser hechas pasar por la posición E del segundo plato (1b).

El gas caliente, por ejemplo aire caliente o cualquier otro gas proveniente de un procedimiento de combustión, sigue el

recorrido inverso al de las partículas. En el gráfico de la fig. 6, el gas parte de la mitad derecha del gráfico, con un contenido en humedad inicial, $H_{0,air}$, constante y bajo aguas arriba del segundo plato (véase AIRE ENTRANTE, segundo plato (1b)). Cuando el aire atraviesa el segundo plato (1b) transfiere una parte de su energía calorífica y cinética a las partículas del segundo plato (1b) que se recalientan (véase la línea de trazos del gráfico « partículasS » sobre el segundo plato (1b)) y se carga en, y arrastra con él, una parte de la humedad de las partículas (véase « aire saliente » del segundo plato (1b)). El aire que sale del segundo plato (1b) es el aire que entra en el primer plato (1a) (AIRE SALIENTE (1b) = AIRE ENTRANTE (1a)), pero como el primer plato gira en sentido inverso al segundo plato las curvas están invertidas. Se ve que el aire que llega a la posición A donde las partículas son las más húmedas es más seco que el aire que llega a la posición C donde las partículas están ya parcialmente secadas. Así atravesando el primer plato (1a) el aire más seco atraviesa en A las partículas más húmedas y va así a volver a salir saturado en agua, y el aire parcialmente húmedo atraviesa en C partículas parcialmente secadas y va por tanto a volver a salir igualmente saturado en agua, optimizando así de la transferencia de energía del aire hacia las partículas y de humedad de las partículas hacia el aire. Esta optimización es obtenida asegurando al mismo tiempo un equipamiento particularmente compacto, fácil de utilización, de mantenimiento sencillo y, sobre todo, permitiendo fácilmente secar partículas de granulometrías muy diferentes.

La solicitud EP 197171 mencionada en la introducción describe un secador ilustrado esquemáticamente en la fig. 1(c) y que parece a primera vista semejante al de la presente invención. En realidad difiere del secador de la presente invención en particular porque el gas caliente no pasa a través más que de un sólo plato antes de ser evacuado. En efecto, techos [18] que separan un segundo plato (1b) de un primer plato (1a) impiden al aire caliente pasar de dicho segundo plato (1b) al primer plato (1a). Como el aire caliente asciende en la cavidad del eje central de rotación donde es distribuido hacia el primer, segundo y otros platos, que atraviesa individualmente antes de ser evacuado, se puede hablar de un sistema de distribución de aire caliente en paralelo (véase la fig. 1(c)). Por contraste, el sistema de distribución de aire caliente en un secador según la presente invención está en serie, lo que permite obtener una optimización del secado tal como se ha descrito más arriba, que es considerablemente superior a la de un sistema en paralelo como el de un secador según el documento EP 197171.

La secuencia de superposición del primer y segundo platos (1a, 1b) depende de las aplicaciones y de las preferencias. Por ejemplo, como se ha representado en las figs. 2 (a) y 3, el primer plato (1a) puede estar situado por encima del segundo plato (1b) y el gas caliente (por ejemplo aire caliente) circula desde abajo hacia arriba. Una ventaja de esta variante es que la transferencia de las partículas parcialmente secadas del primer plato (1a) superior hacia el segundo plato (1b) inferior por los medios de transferencia (4a) se hace desde arriba hacia abajo, ayudado por la gravedad. Por el contrario, como el flujo de gas caliente circula desde abajo hacia arriba a través del segundo y del primer platos, respectivamente, las partículas pueden volar y crear polvo. Una ligera fluidificación del hecho de partículas puede ser ventajosa para el secado de éstas, pero es preciso evitar la formación de una nube de polvo fino en suspensión en el aire. Esta configuración conviene por tanto mejor para el secado de partículas pesadas que no forman fácilmente una nube de polvo.

Para las partículas más ligeras o más finas, el primer plato (1a) puede estar al contrario situado por debajo del segundo plato (1b) y el gas caliente circula desde arriba hacia abajo, como se ha representado en las figs. 2(b) y 4. En esta configuración, las partículas son aplicadas contra el plato sobre el cual se encuentran lo que disminuye considerablemente la puesta en suspensión de polvo. Un flujo de gas caliente desde arriba hacia abajo corre el riesgo de formar montones compactos de partículas aglomeradas entre ellas y difíciles de secar. Estos montones compactos son sin embargo dislocados durante la recuperación de las partículas del primer plato y su transferencia hacia el segundo plato, lo que permite aún aumentar la eficacia del secado volviendo a separar y volviendo a mezclar las partículas así aglomeradas. Esta configuración tiene igualmente la ventaja para las partículas finas que forman fácilmente una nube de polvo con todos los riesgos de explosión que ello puede engendrar, pues el aire caliente pasa en primer lugar a través del segundo plato (1b) superior antes de pasar a través del primer plato (1a) inferior. Como el segundo plato superior está cargado de partículas ya parcialmente secadas, un fino polvo seco y volátil puede pasar a través de los orificios del segundo plato perforado y generar una nube por debajo de éste. Sin embargo, el aire caliente empuja esta nube hacia el primer plato (1a) que se encuentra directamente por debajo, que éste está cargado de partículas húmedas. Se observa un gradiente de humedad de las partículas en el grosor de la capa estando las partículas que se encuentran por debajo, próximas a la superficie del primer plato, fuertemente cargadas de humedad. Éstas forman por tanto una especie de pasta que actúa un poco como un filtro que impide que la nube de partículas finas atraviese el primer plato (1a) y se pierda en la parte inferior del secador.

El secado según la presente invención es particularmente ventajoso pues puede ser utilizado para secar partículas de granulometrías muy diferentes que van desde partículas finas tales como serrín, granos finos, polvos cerámicos, polímeros o metálicos, a partículas más gruesas, tales como residuos de madera, virutas, pellets, residuos agrícolas, cortezas de maíz, malta, etc. cambiando rápida y fácilmente el diámetro de los orificios de los platos de la manera siguiente. El primer y segundo platos (1a, 1b) pueden darse comprenden una estructura rígida autoportante de alta permeabilidad de tipo emparrillado, sobre la que es colocada una capa filtrante que comprende aberturas de tamaño y densidad correspondientes a la permeabilidad deseada según el tipo y la granulometría de las partículas a secar. La capa filtrante puede ser una chapa perforada, un tamiz, una rejilla o una tela. Para facilitar la colocación de tal capa filtrante, puede ser cortada en sectores angulares, que se pueden colocar y fijar lado a lado directamente sobre el

emparillado u otra estructura autoportante de alta permeabilidad. Esto sería imposible en la práctica con secadores de banda o de platos perforados que están dedicados a secar partículas de un tipo único de granulometría.

El primer y el segundo medios de repartición (2a, 2b) de las partículas a secar sobre el primer y el segundo platos (1a, 1b), respectivamente, tienen como propósito repartir las partículas a secar de manera homogénea a lo largo de un radio de los platos correspondientes. De manera general, los medios de repartición (2a, 2b) comprenden por tanto:

- una estructura que se extiende desde la periferia exterior a la periferia interior de un plato, siguiendo de preferencia un radio de éste,
- medios de transporte de las partículas desde la periferia exterior a la periferia interior de los platos, y finalmente
- medios de depósito de dichas partículas desde los medios de transporte hacia los platos.

Son posibles varias soluciones. Por ejemplo, el transporte de las partículas desde la periferia exterior hacia la periferia interior de los platos puede ser asegurado por una banda transportadora, ya sea perforada, ya esté inclinada transversalmente de manera que permita que las partículas espolvoreen el plato situados por debajo. Para ayudar al espolvoreado, la banda puede ser hecha vibrar. En una variante alternativa y preferida, los medios de repartición (2a, 2b) comprenden al menos un tornillo de Arquímedes que se extiende a lo largo de un radio del primer y segundo platos (1a, 1b), respectivamente, a fin de transportar las partículas desde la periferia exterior hacia la periferia interior del plato correspondiente. Al menos dicho tornillo de Arquímedes está encerrado en un recinto provisto de una o varias aberturas que se extienden hacia abajo y a lo largo de dicho radio de los platos (1a, 1b) a fin de permitir el espolvoreado de las partículas sobre dichos platos.

El medio de recuperación (3a) del primer plato (1a) y, si hay uno, el medio de recuperación (3b) del segundo plato (1b), comprenden de preferencia al menos un tornillo de Arquímedes que se extiende a lo largo de un radio de dicho plato que está encerrado en un recinto provisto de una o varias aberturas que se extienden a lo largo de dicho radio del plato correspondiente. Las aberturas están unidas a un rascador o cepillo apto para recoger y dirigir las partículas llevadas por la rotación del plato hacia el tornillo de Arquímedes. El tipo de medio de transferencia (4a) de las partículas del primer plato (1a) hacia el segundo plato (1b) depende de la configuración del secador. Si el primer plato (1a) es el plato superior, el medio de transferencia puede ser un simple tubo que une el medio de recuperación (3a) del primer plato al medio de repartición (2b) del segundo plato, en el que las partículas caen por gravedad. Si por el contrario, el primer plato es el plato inferior, es preferible que el medio de transferencia (4a) comprenda un tornillo de Arquímedes que permita ascender las partículas del primer plato inferior hacia el segundo plato superior.

Las figuras ilustran secadores que comprenden dos platos. Sin embargo, para reducir el espacio en el suelo ocupado por el equipo, es de hecho posible montar:

- al menos un tercer plato circular montado sensiblemente de forma horizontal a una cierta distancia, y separado del primer plato (1a) por, el segundo plato (1b), en rotación alrededor de dicho eje vertical, Z, en el sentido inverso de rotación del segundo plato, estando perforada la superficie de dicho plato y siendo permeable a los gases tales como el aire y el vapor de agua y al agua, y
- un medio de transferencia de las partículas recogidas del segundo plato (1b) por el medio de recuperación (3b) hacia un tercer medio de repartición apto para repartir dichas partículas a lo largo de un radio del tercer plato.

Está claro que se pueden montar tanto platos paralelos en rotación alrededor del eje Z como se desee y según las necesidades de una aplicación particular. Sin embargo, un secador que comprende dos platos (1a, 1b) conviene a la mayoría de las aplicaciones. La utilización de varios platos superpuestos permite reducir el diámetro exterior de los discos.

Con vistas a la distribución de la granulometría de las partículas de un mismo tipo, es difícil evitar que la fracción más fina de las partículas no pase a través de las perforaciones de los platos y caiga sobre el o los platos inferiores, y luego sobre el suelo del recinto que encierra los platos. A fin de evitar una acumulación demasiado grande de partículas sobre el suelo y también para recuperarlas, es ventajoso proveer el suelo de una abertura de evacuación de las partículas más finas que se habrían depositado sobre el suelo. Además, un rascador o cepillo fijado de manera solidaria al plato inferior y apto para seguir el movimiento de rotación de éste sirve para empujar las partículas depositadas sobre el suelo hacia dicha abertura de evacuación. Como el rascador o cepillo está fijado al plato inferior, no es necesario motorizarlo individualmente.

Como se ha ilustrado en la fig. 5, los platos (1a, 1b) están preferiblemente encerrados en un recinto exterior (10) de diámetro correspondiente al diámetro de los platos con bastante margen para evitar rozamientos, pero tan poco como sea posible para permitir hacer estanca la interconexión entre los platos y la pared exterior (10). La estanquidad puede ser asegurada por ejemplo por un faldón flexible fijado a la parte exterior y que reposa sobre un reborde elevado de la circunferencia de los discos. De esta manera, el lecho de partículas que reposan sobre un disco en rotación no está en contacto con el faldón estático, asegurando así una buena estanquidad y la integridad del lecho de partículas sobre el

plato. Esto no es posible de realizar en un secador de banda, en el que el faldón de estanquidad está colocado entre la banda rodante y las partículas que se encuentran sobre los bordes de la banda. Hay por tanto una franja de partículas en contacto con el faldón estático en cada borde de la banda que no se desplaza a la misma velocidad que las partículas que se encuentran en el centro de la banda.

5 La parte central de los platos es preferiblemente hueca y está rodeada de un recinto cilíndrico interior (6) centrado sobre el eje de rotación Z, tal como se ha representado en las figs. 2 y 5. Tal recinto que se eleva sobre prácticamente toda la altura del secador, en cualquier caso entre los platos superior e inferior, comprende numerosas ventajas, que compensan ampliamente la pérdida de superficie disponible para el secado. En efecto, si el diámetro exterior de los discos es $D1$ y el diámetro del recinto interior (6) cilíndrico es $n \times D1$, donde $n < 1$, la pérdida de superficie disponible sobre cada plato para el secado entre un disco lleno y un disco que comprende un recinto interior no es más que de n^2 . Por ejemplo, si el recinto interior tiene la tercera parte del diámetro del recinto exterior, la pérdida de superficie disponible para el secado no es más que de $1/9 \approx 11\%$. Un recinto interior (6) permite en primer lugar un acceso fácil para un operador a todos los elementos mecánicos de la máquina, tales como cojinetes, motorreductores, gatos, etc. Facilita también el reemplazamiento de las capas porosas flexibles a depositar y fijar sobre los emparillados que dan a los platos su integridad mecánica. El recinto interior (6) puede igualmente servir para alojar los motores (7, 7a) que provocan la rotación de los platos, así como los ventiladores que sirven para generar el flujo de gas caliente, con la ventaja de una reducción sustancial de las molestias sonoras generadas por el secador. En el caso de un flujo de gas desde arriba hacia abajo tal como se ha representado en las figs. 2(b) y 4, unas ventanas (6a) en la parte baja del recinto interior (6), situadas por debajo del plato inferior permiten recuperar el gas caliente y evacuarlo por la parte alta en el interior del recinto. Por otra parte, permite fijar los medios de repartición (2a, 2b) y de recuperación (3a, 3b) en sus dos extremidades a fin de evitar tener que fijarlos en voladizo sobre el recinto exterior únicamente. Además libera espacio en las extremidades interiores de dichos medios situados lado a lado para acomodar su anchura. Finalmente, tal estructura permite rigidizar la superficie comprendida entre los recintos interiores (6) y exteriores (10), permitiendo guardar una buena planicidad de los platos. Esto es importante para la limpieza y recuperación de las partículas por un rascador o un cepillo, que no son eficaces más que si la superficie de los platos es perfectamente plana.

Un secador según la presente invención puede ser integrado en la instalación de tratamiento de partículas. Por ejemplo, el primer medio de repartición (2a) de partículas a secar de un secador según la invención puede estar unido aguas arriba a una fuente (11) de dichas partículas a secar, como un silo. Un silo puede así almacenar partículas que comprende los residuos de madera de serrerías, residuos de madera de materiales de construcción, residuos de papel o cartones, productos agroalimentarios tales como cereales. Estas partículas pueden tener la forma de polvo, de gránulos, de virutas, de pellets, de tortas, o de trozos generalmente que no sobrepasan los 10 cm de longitud. El secador puede estar unido aguas abajo a una unidad de almacenamiento de partículas secas tal como un silo o una línea de embalaje. En el caso de una instalación de secado de residuos con vistas a su utilización como combustible tal como se ha representado en la fig. 7, el secador puede estar unido aguas abajo a una caldera (12) a fin de alimentarla de partículas de material orgánico secadas por el secador como combustible. Dicha caldera (12) puede a su vez estar unida aguas abajo a un generador (14) de corriente eléctrica por medio de una turbina (13) alimentada con vapor a una temperatura, $T1$, por la caldera. El vapor que ha perdido una parte de su energía en la turbina no tiene más que una temperatura de $T2 < T1$ y puede ser enviado hacia un intercambiador de calor (5A, 5B) para calentar el aire del medio de soplado de aire caliente (5) del secador (1) y/o para calentar cualquier otra instalación, comprendido otro secador (15). Si hay más de un secador comprendido en una misma instalación, es posible para ganar espacio en el suelo superponer dos, es decir más secadores según la invención uno sobre el otro.

La fig. 8 muestra una variante de la presente invención, en la que un secador (1) tal como se ha representado en la fig. 3(a) está unido en serie a un tercer plato (1c) giratorio situado aguas abajo del segundo plato (1b) y encerrado en una cámara de refrigeración (100). Al final de la operación de secado, las partículas evacuadas del segundo plato (1b) se encuentran a una temperatura elevada (véase temperatura de las partículas en el punto G de la fig. 6). Para ciertos tipos de polvo, en particular alimentarios, no es posible embalarlos a alta temperatura, por ejemplo a fin de evitar una formación de condensación demasiado importante. Para evitar tener que almacenar polvos esperando que se enfríen y poder embalarlos directamente después del secado, los polvos secados pueden ser encaminados a una cámara de refrigeración (100) donde el aire frío a una temperatura $T0$ del orden de 0 a 20 °C es soplado a través del tercer plato (1c). El aire sensiblemente recalentado a una temperatura $T1 > T0$, del orden de 40-55 °C, es entonces recuperado e introducido en un sistema (101) de calentamiento de aire que permite el calentamiento del aire a una temperatura $T2 > T1 > T0$, del orden de 100-110 °C que es soplado en el secador como se ha explicado en detalle más arriba. El aire recuperado después de secado puede también ser reenviado hacia el sistema (101) de calentamiento, pero como está saturado de humedad, es preciso determinar bien según el caso si ello es ventajoso o no. Es preciso observar que la misma instalación que se ha ilustrado en la fig. 8 puede ser obtenida con un secador (1) tal como se ha representado en la fig. 4(a) simplemente disponiendo la cámara de refrigeración (100) por encima de secador (1) de la fig. 4(a).

REIVINDICACIONES

1. Secador (1) para secar partículas que comprende,
- (a) Un recinto (6) que comprende una pareja esencialmente cilíndrica que se extiende a lo largo de un eje vertical, Z.
 - 5 (b) Un primer plato (1a) circular montado sobre la pared de dicho recinto (6) sensiblemente normal al eje vertical, Z, y en rotación en un primer sentido alrededor del eje vertical, Z, estando la superficie de dicho plato perforada, y siendo permeable a los gases tales como el aire y el vapor de agua y al agua, y
 - 10 (c) Un segundo plato (1b) circular montado a una cierta distancia del primer plato sobre la pared de dicho recinto (6) sensiblemente normal al eje vertical, Z, y en rotación alrededor de dicho eje vertical, Z, en el sentido inverso de rotación del primer plato, estando la superficie de dicho plato perforada y siendo permeable a los gases tales como el aire y el vapor de agua y al agua,
 - (d) Un primer medio de repartición (2a) de dichas partículas a secar apto para repartir dichas partículas antes del secado a lo largo de un radio del primer plato (1a),
 - 15 (e) Un medio de recuperación (3a) de las partículas depositadas sobre el primer plato (1a) después de una rotación de un ángulo dado de éste, estando situado dicho medio de recuperación aguas abajo, preferiblemente adyacente al primer medio de repartición (2a),
 - (f) Un medio de transferencia (4a) de las partículas recogidas del primer plato (1a) por el medio de recuperación (3a) hacia un segundo medio de repartición (2b) apto para repartir dichas partículas a lo largo de un radio del segundo plato (1b),
- 20 caracterizado por que el secador comprende, además,
- un medio de soplado de gas caliente (5) según un flujo sensiblemente paralelo al eje Z, que pasa en primer lugar a través de la superficie perforada del segundo plato (1b) antes de pasar directamente después a través de la superficie perforada del primer plato (1a).
- 25 2. Secador (1) según la reivindicación 1, en el que el primer plato (1a) está situado por debajo del segundo plato (1b) y en el que el gas caliente es preferiblemente aire caliente que circula desde arriba hacia abajo.
3. Secador (1) según la reivindicación 1, en el que el primer plato (1a) está situado por encima del segundo plato (1b) y en el que el gas caliente es preferiblemente aire caliente que circula desde abajo hacia arriba.
4. Secador (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer y segundo platos (1a, 1b) comprenden una estructura rígida autoportante de alta permeabilidad de tipo emparrillado, sobre la que es colocada una
- 30 capa filtrante que comprende aberturas de tamaño y densidad correspondientes a la permeabilidad deseada según el tipo y tamaño de las partículas a secar.
5. Secador (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer y segundo medios de repartición (2a, 2b) de las partículas a secar sobre el primer y segundo platos (1a, 1b), respectivamente, comprenden cada uno al menos un tornillo de Arquímedes que se extiende a lo largo de un radio del primer y segundo platos (1a, 1b), respectivamente, estando al menos unos de dichos tornillos de Arquímedes encerrado en un recinto provisto de una o
- 35 varias aberturas que se extienden a lo largo de dicho radio de los platos (1a, 1b).
6. Secador (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el medio de recuperación (3a) del primer plato (1a) comprende al menos un tornillo de Arquímedes que se extiende a lo largo de un radio de dicho plato que está encerrado en un recinto provisto de una o varias aberturas que se extienden a lo largo de dicho radio del primer
- 40 plato (1a), estando unidas dichas aberturas a un rascador o cepillo apto para recoger y dirigir las partículas llevadas por la rotación del plato hacia el tornillo de Arquímedes.
7. Secador (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el segundo plato (1b) comprenda un medio de recuperación (3b) de las partículas depositadas sobre el segundo plato después de una rotación de un ángulo dado de éste, estando situado dicho medio de recuperación aguas abajo, preferiblemente adyacente al segundo medio
- 45 de repartición (2b) y siendo preferiblemente semejante al medio de recuperación (3a) del primer plato.
8. Secador según la reivindicación precedente, que comprende:
- (g) al menos un tercer plato circular montado sensiblemente de forma horizontal a una cierta distancia y separado del primer plato (1a) por, el segundo plato (1b), en rotación alrededor de dicho eje vertical, Z, en el sentido
 - 50 inverso de rotación del segundo plato, estando perforada la superficie de dicho plato y siendo permeable a los gases tales como el aire y el vapor de agua y al agua, y

(h) un medio de transferencia de las partículas recogidas del segundo plato (1b) por el medio de recuperación (2b) hacia un tercer medio de repartición apto para repartir dichas partículas a lo largo de un radio del tercer plato.

5 9. Secador (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende un suelo estático situado por debajo del plato inferior situado lo más bajo de dicho eje vertical, Z, comprendiendo dicho suelo una abertura de evacuación de las partículas más finas que estarían depositadas sobre el suelo, comprendiendo dicho secador además un rascador fijado de manera solidaria al plato inferior y apto para seguir el movimiento de rotación de éste para empujar las partículas depositadas sobre el suelo hacia dicha abertura de evacuación.

10. Secador según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el recinto (6) es hueco permitiendo el acceso a una persona.

10 11. Secador (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer medio de repartición (2a) de dichas partículas a secar sobre el primer plato (1a) está unido aguas arriba a una fuente (11) que contiene tales partículas a secar, de preferencia un silo (11), comprendiendo dichas partículas de manera preferida residuos de madera de serrerías, residuos de madera de materiales de construcción, residuos de papel o cartones, productos agroalimentarios tales como cereales, y están en forma de polvo, granulados, virutas, pellets, tortas, o trozos
15 generalmente que no sobrepasan los 10 cm de longitud.

12. Secador según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende al menos un segundo secador semejante superpuesto por encima de éste.

20 13. Secador (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que está unido aguas abajo a una caldera (12) a fin de alimentar con partículas de material orgánico secadas por el secador como combustible, o a una unidad de almacenamiento de partículas secas, tal como un silo.

14. Secador (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la caldera (12) está unida aguas abajo a un generador (14) de corriente eléctrica por medio de una turbina (13) alimentada con vapor a una temperatura, T1, por la caldera.

25 15. Secador (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el vapor o el líquido provenientes de la turbina (13) es enviado a una temperatura, $T2 < T1$, hacia un intercambiador de calor (5A, 5B) para calentar el aire del medio de soplado de gas caliente (5) del secador (1) y/o de otro secador (15).

30 16. Secador según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende una cámara de refrigeración (100) situada aguas abajo del segundo plato (1b), comprendiendo dicha cámara de refrigeración un tercer plato perforado (1c) que gira alrededor del mismo eje que el primer y segundo platos (1a, 1b) y provista de una fuente de gas de refrigeración, tal como aire a una temperatura de preferencia comprendida entre 0 y 20 °C, que permite soplar dicho gas de refrigeración a través del primer plato (1c) a fin de enfriar las partículas secadas.

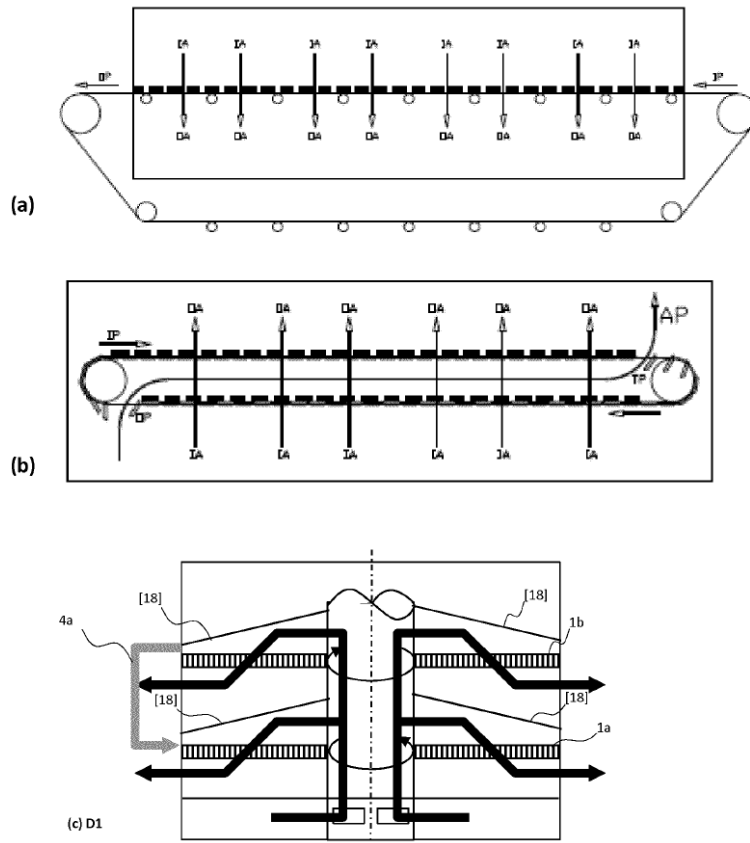
17. Procedimiento de secado de partículas utilizando un secador según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo dicho procedimiento las siguientes etapas,

35 (a) Repartir las partículas a secar sobre el primer plato (1a) circular montado sensiblemente de forma horizontal y que gira en un primer sentido alrededor de un eje vertical, Z, estando perforada la superficie de dicho plato y siendo permeable a los gases tales como el aire y el vapor de agua y al agua,

(b) Después de rotación del plato en un cierto ángulo, recuperar las partículas de dicho primer plato y transferirlas hacia y repartirlas sobre,

40 (c) Un segundo plato (1b) circular montado sensiblemente de forma horizontal a una cierta distancia del primer plato, y que gira alrededor de dicho eje vertical, Z, en el sentido inverso de rotación del primer plato, estando perforada la superficie de dicho plato y siendo permeable a los gases tales como el aire y el vapor de agua y al agua,

45 (d) Soplar un gas caliente (5) según un flujo sensiblemente paralelo al eje Z, que pasa en primer lugar a través de las partículas repartidas sobre, y a través del segundo plato (1b) soportante antes de pasar directamente después de atravesar las partículas repartidas sobre, y a través del primer plato (1a).



(c) EP197171

FIGURA 1

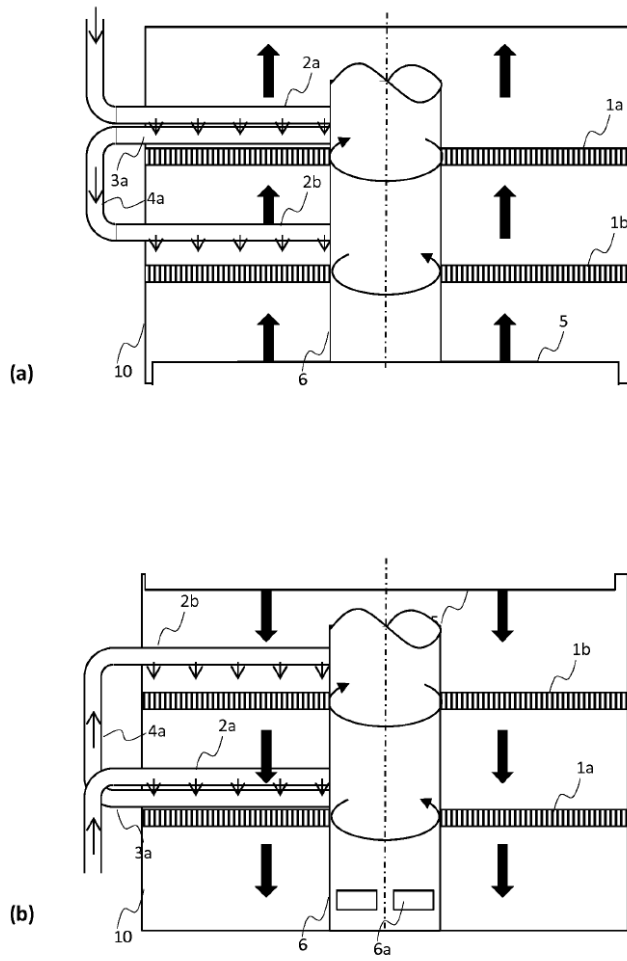


FIGURA 2

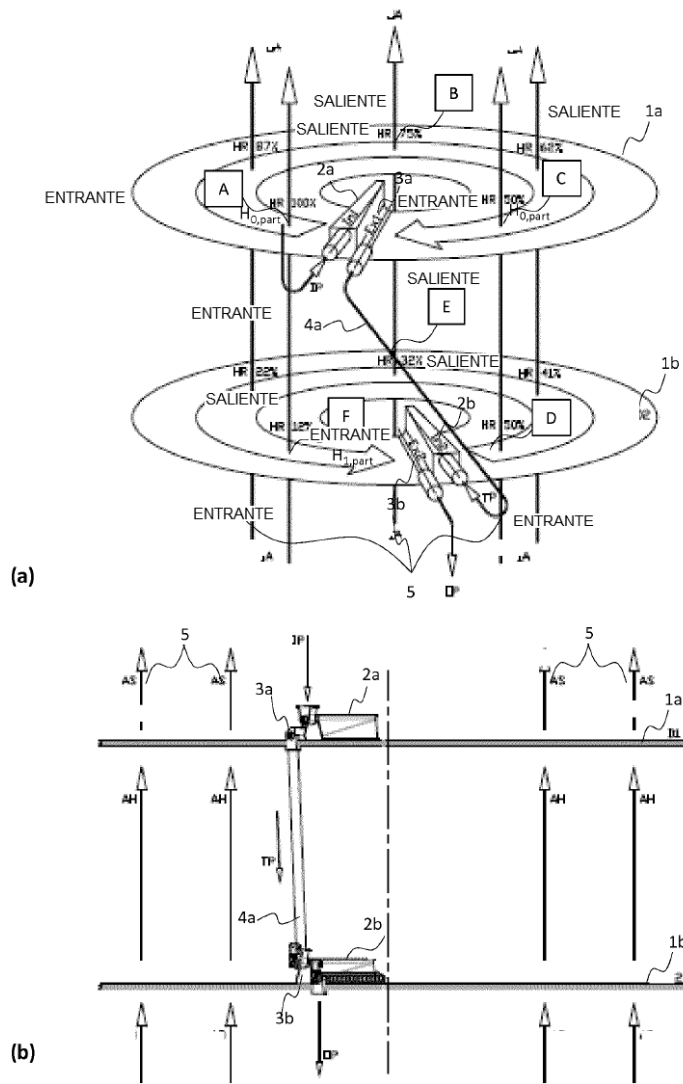


FIGURA 3

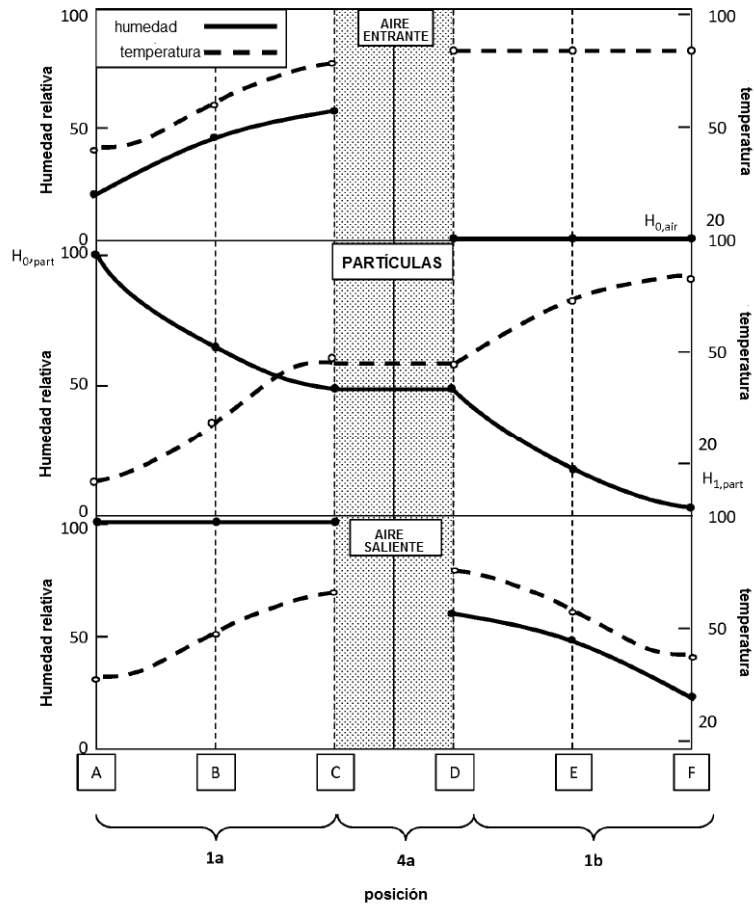


FIGURA 6

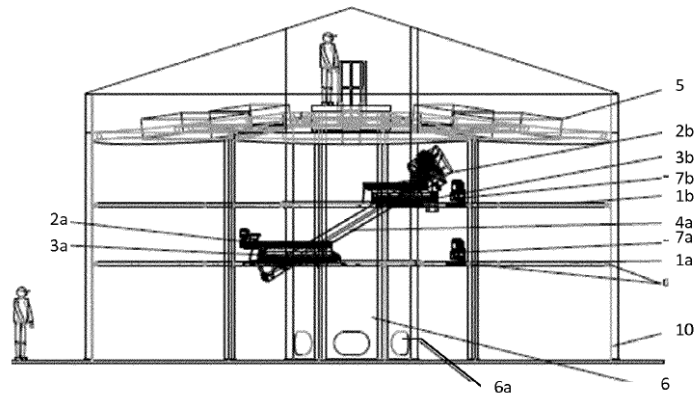


FIGURA 5

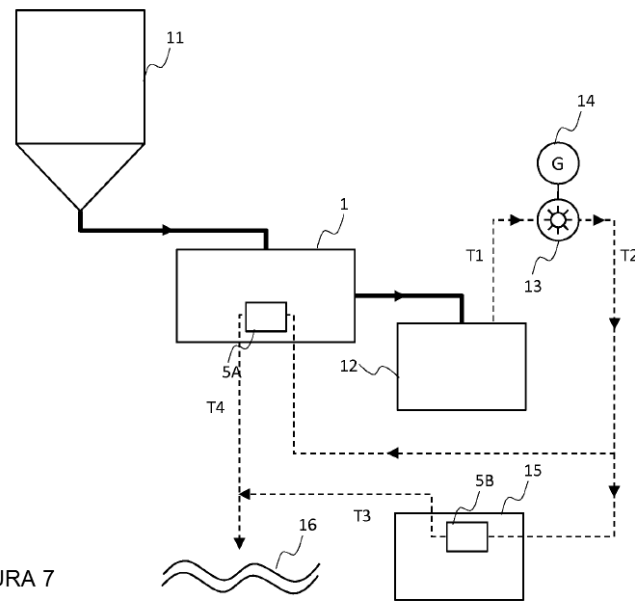


FIGURA 7

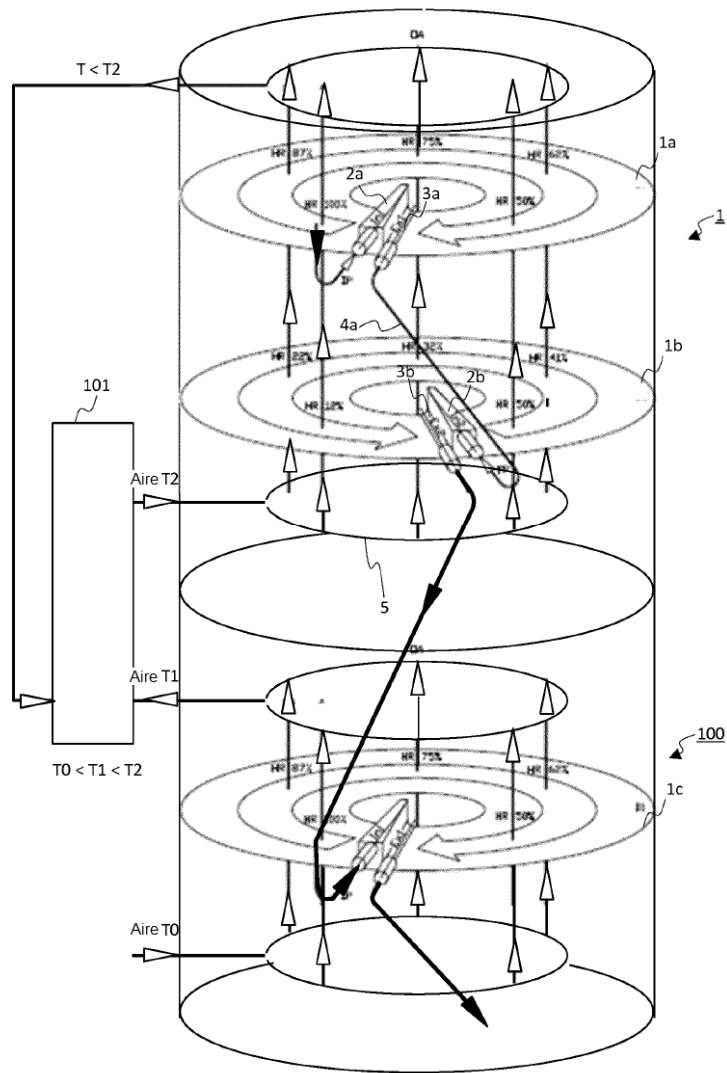


FIGURA 8