(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 626 253**

(21) Número de solicitud: 201630068

(51) Int. CI.:

F26B 3/28 (2006.01)
F26B 23/00 (2006.01)
F26B 21/00 (2006.01)
F03G 6/06 (2006.01)

(12) PATENTE DE INVENCIÓN B1

(22) Fecha de presentación:

21.01.2016

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

24.07.2017

Fecha de la concesión:

27.04.2018

(45) Fecha de publicación de la concesión:

08.05.2018

(73) Titular/es:

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID (100.0%)
AV. GREGORIO PECES BARBA, 1
28919 LEGANÉS (Madrid) ES

(72) Inventor/es:

LECUONA NEUMANN, Antonio

(54) Título: **Secadero solar**

(57) Resumen:
La invención describe un secadero solar configurado para extraer una sustancia volátil contenido en un producto utilizando un gas caloportador que no sufre cambio de fase, que comprende: un compresor (1) configurado para comprimir un flujo de gas caloportador conectado a su lado de baja presión; una turbina (2) mecánicamente acoplada al eje del compresor (1) y cuyo lado de alta presión está conectado al lado de alta presión del compresor (1), de modo que la turbina (2) recibe el flujo de gas caloportador comprimido y obtiene trabajo a partir de su expansión; un captador (3) solar dispuesto en el lado de alta presión de la turbina (2) para calentar el flujo de gas caloportador comprimido; un dispositivo (4) de secado dispuesto corriente abajo del captador (3) solar para recibir el flujo de gas caloportador calentado para evaporar y arrastrar la sustancia volátil contenida en el producto.

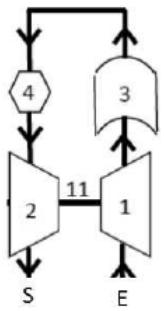

FIG. 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

ES 2 626 253 B1

DESCRIPCIÓN

Secadero solar

OBJETO DE LA INVENCIÓN

La presente invención pertenece al campo del secado de productos tales como materiales, alimentos o medicamentos que contienen sustancias volátiles, como por ejemplo agua.

El objeto de la presente invención es un nuevo secadero solar especialmente diseñado para utilizar un gas caloportador sin cambio de fase, lo que resulta ventajoso en muchos aspectos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Para llevar a cabo el secado de un producto que contiene alguna o varias sustancias volátiles, como por ejemplo agua, disolvente, etc., se requiere energía calorífica suficiente para aportar la energía correspondiente a la entalpía de cambio de fase de dicha sustancia volátil, así como una corriente de arrastre que se lleve las sustancias volátiles evaporadas. Generalmente esto se hace consumiendo energía, lo cual supone un coste y/o un insumo que requiere un suministro, sea renovable o no renovable.

El empleo de energía solar puede reducir el consumo de energía necesario para el secado. Esto evita el uso de energía obtenida de otras fuentes más contaminantes y/o onerosas y reduce las emisiones a la atmósfera asociadas al consumo de energía obtenida a partir de combustibles fósiles. Además, la energía solar puede ser captada en el mismo emplazamiento en el que radica el secadero, evitando así el transporte de energía desde un productor remoto hasta el consumidor.

La captación de energía solar y su transformación en energía térmica generalmente se asocia al calentamiento de un fluido caloportador que, tras calentarse en el captador o captadores solar/es térmico/s, o incluso evaporarse, cede su calor sensible y/o latente en el punto de consumo, retornando en un circuito cerrado a la entrada del captador. El uso de un fluido caloportador confiere al sistema una gran densidad calorífica, pero también la necesidad de mantenimiento para evitar fugas y escapes. Además, si se usa vapor de agua u otro fluido con cambio de fase como fluido caloportador, se requieren recipientes, dispositivos y conductos resistentes a la presión. Por otra parte, este fluido caloportador

supone un gasto económico en sí mismo, pues hay que adquirirlo, rellenar para compensar fugas, hay que sustituir ante degradaciones del mismo. Incluso el propio líquido puede ser peligroso y/o contaminante, como es el caso de los aceites térmicos, requiriéndose un reciclado o eliminación al final de su vida operativa. El uso de aceites térmicos puede acarrear la aparición de gomas, barnices o incrustaciones. Por otro lado, la presión de vapor del fluido caloportador puede suponer un peligro de explosión si se sobrecalienta. El uso de agua como fluido caloportador supone usar aditivos anticongelantes que son costosos, contaminantes y degradan sus propiedades de transporte fluido, e incluso puede ocasionar corrosiones.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención propone el uso de un gas caloportador que no sufre ningún cambio de fase, como por ejemplo aire, para la extracción de una sustancia o sustancias volátiles contenidas en un producto, las cuales, una vez retiradas constituyen un fluido. Este gas caloportador lleva el calor desde el interior de un captador solar, donde se produce su calentamiento, hasta un dispositivo de secado donde provoca la evaporación y arrastre de la sustancia volátil presente en el producto, sea pura o mezcla de varias de ellas. Ello supone un calentamiento del producto, lo cual puede ser deseable en sí mismo. En efecto, además del propio efecto de secado, el calentamiento puede producir transformaciones físicas y/o químicas deseables en el producto. Gracias a la combinación del contacto con el gas caloportador, del secado y/o del aumento de temperatura pueden lograrse transformaciones físicas y/o químicas deseables en el producto. Es más, la sustancia volátil extraída del producto podría contener sustancias de interés, las cuales podrían ser obtenidas en un proceso posterior de condensación y separación del gas caloportador.

Dado que los gases tienen una conductividad térmica y una densidad bajas en comparación con los líquidos, el gas caloportador se comprime antes de la etapa de secado con el propósito de aumentar considerablemente su capacidad de recibir y ceder calor, y por tanto también su capacidad de secado, de calentamiento y en su caso de procesado del producto en cuestión. La principal ventaja asociada al uso de un gas sin cambio de fase está relacionada con el hecho de que, en caso de fuga, la mayoría de los gases no plantean problemas graves de peligro o impacto medioambiental. Ello implica unos costes de mantenimiento mucho más bajos en comparación con el uso de otros fluidos caloportadores más contaminantes. Esto es especialmente cierto cuando el gas caloportador utilizado es aire, que además presenta la ventaja adicional de ser gratuito.

Además, para minimizar la cantidad de energía necesaria para el funcionamiento de este secadero, se describe la posibilidad de recuperar al menos parte de la energía invertida para comprimir el gas caloportador. Esto permite que, en determinadas situaciones, el secadero no sólo no consuma energía sino que incluso permita la obtención de un sobrante energético. Esta característica hace que el secadero de la invención sea especialmente adecuado para su uso en lugares remotos donde el suministro energético sea dificultoso, costoso, o ausente.

En este documento, el término "*lado de alta presión*" de una turbina o un compresor hace referencia de manera general a toda la zona de alta presión de un circuito ubicada corriente abajo del compresor o corriente arriba de la turbina. Es decir, el término "*lado de alta presión*" no se refiere únicamente a la posición inmediatamente adyacente a la salida del compresor o la entrada de la turbina. El término "*lado de baja presión*" se define, mutatis mutandis, del mismo modo que el término "*lado de alta presión*".

En este documento, el término "*corriente arriba*" de un elemento hace referencia de manera general a toda la zona ubicada en el lado de la entrada de dicho elemento. Es decir, el término "*corriente arriba*" no se refiere únicamente a la posición inmediatamente adyacente a la entrada del elemento en cuestión. El término "*corriente abajo*" se define, mutatis mutandis, del mismo modo que el término "*corriente arriba*".

En este documento, el término "*producto*" hace referencia a cualquier objeto, material, alimento, medicamento, o cualquier otro elemento de interés que se desea secar.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se describe un secadero solar configurado para extraer una sustancia volátil presente en un producto utilizando un gas caloportador que no sufre un cambio de fase. El secadero propuesto comprende fundamentalmente:

a) Compresor

El compresor está configurado para comprimir un flujo de gas caloportador conectado a su lado de baja presión. Ello implica un aumento de la presión, y simultáneamente de la temperatura, del flujo de gas caloportador que recibe a través de su entrada, de manera que se establece en el circuito una zona de alta presión ubicada corriente abajo de la salida del compresor y una zona de baja presión, normalmente la presión atmosférica, ubicada corriente arriba de la entrada

del compresor.

El compresor puede en principio ser cualquier tipo de máquina compresora, o incluso varias máquinas en serie, en paralelo, o en una combinación serie-paralelo conveniente, como por ejemplo un compresor volumétrico o de tipo turbocompresor. En este último caso, podría tratarse de un turbocompresor de tipo centrífugo, axial, o incluso mixto.

b) Turbina

Se trata de una turbina mecánicamente acoplada al eje del compresor y cuyo lado de alta presión está conectado al lado de alta presión del compresor, de modo que recibe el flujo de gas caloportador comprimido por el compresor y obtiene trabajo a partir de su expansión. Es decir, la entrada de la turbina está conectada al lado de alta presión del circuito para recibir el flujo de gas caloportador a alta presión y expandirlo con el propósito de obtener trabajo. Al estar el eje de la turbina y el eje del compresor mecánicamente acoplados, el trabajo obtenido en la turbina se transmite al compresor, que de ese modo ve reducidos, o incluso completamente compensados, sus requerimientos energéticos. Es más, como se describirá con mayor detalle más adelante en este documento, es incluso posible que se genere un excedente de energía en la turbina.

La turbina puede en principio ser cualquier tipo de máquina expansora, o incluso varias máquinas en serie, en paralelo o en una combinación serie-paralelo conveniente, como por ejemplo una turbina volumétrica o de tipo turbomáquina. En este último caso, podría tratarse de una turbomáquina de tipo centrífuga, centrípeta, mixta o axial. En cuanto al acoplamiento entre los ejes de la turbina y el compresor, puede tratarse de un único acoplamiento o de varias parejas, en función de si tanto la turbina como el compresor están formados por una única máquina o por varias máquinas en serie y/o en paralelo.

c) Captador solar

El captador solar está dispuesto en el lado de alta presión del compresor y de la turbina para calentar el flujo de gas caloportador comprimido por el compresor. A este respecto, nótese que no es necesario que el captador solar esté conectado directamente a la salida del compresor o a la entrada de la turbina, sino únicamente

que se disponga en la zona de alta presión del circuito. Puede estar formado por un único captador solar o una pluralidad de ellos, conectados en serie, en paralelo, o en combinación cualquiera de ambos tipos de conexión para cumplir satisfactoriamente con su función.

El captador solar puede ser de cualquier tipo siempre que permita el calentamiento del flujo de gas caloportador a alta presión. Por ejemplo, puede tratarse de un captador solar formado por al menos un conducto interior de paso del gas caloportador dotado de una superficie exterior de recepción de la radiación solar y de unos elementos de gran superficie tales como aletas, pinchos, barras, protuberancias, rugosidades, etc. dispuestos para favorecer la transmisión del calor hacia el interior del conducto. Pueden utilizarse elementos para conseguir la concentración solar sobre las paredes externas del conducto para elevar su temperatura, así como un sistema de aislamiento térmico del conducto que permita evitar las pérdidas de calor hacia el ambiente exterior por convección, radiación o conducción. Para ello, el conducto puede tener una superficie externa de recepción de los rayos solares que presente una gran absorbancia de la radiación solar y una baja emisividad por calentamiento propio. Además, puede disponerse una capa material interpuesta entre el conducto y los rayos solares incidentes que sea primordialmente transparente a la radiación solar y al mismo tiempo primordialmente opaca a la radiación debida al calentamiento propio, con el propósito de contribuir al aumento de la temperatura del conducto mediante la reducción de las pérdidas radiativas. Esta capa interpuesta puede contener un gas a presión adecuada (superior, igual, o inferior a la presión atmosférica), o bien al vacío para dificultar las pérdidas de calor por convección y conducción. Por lo tanto, pueden utilizarse colectores de tubos de vacío, colectores de canal parabólico, colectores de tipo Fresnel, y colectores de parábola compuesta (CPC), así como otros tipos de colectores basados en espejos y/o lentes para concentrar la radiación solar.

Nótese además que el colector solar debe estar preparado para funcionar con un gas a alta presión en lugar de los habituales líquidos caloportadores. Ello implica, entre otros, unos mayores requisitos de estanqueidad

d) Dispositivo de secado

El dispositivo de secado está dispuesto de modo que recibe el flujo de gas

caloportador calentado por el captador solar con el propósito de evaporar y arrastrar una sustancia volátil contenida en el producto. Es más, el dispositivo de secado puede incluso permitir el procesado del producto por el efecto combinado de secado y calentamiento.

El dispositivo de secado puede en principio ser de cualquier tipo siempre que permita realizar un secado efectivo del producto en cuestión y, en caso de ser deseable, el simultáneo procesado físico o químico del producto. Por ejemplo, el dispositivo de secado puede ser de tipo estacionario, de modo que el producto que se va a secar se dispone de manera que está rodeado al menos por alguna de sus partes por la corriente de gas. Alternativamente, el dispositivo de secado puede ser de tipo móvil, moviéndose el producto con el propósito de mejorar la transferencia de calor y de masa, así como de mejorar la homogeneidad del secado, evitar apelmazamientos, o bien evitar otros procesos físicos o químicos indeseados. En cualquiera de sus variantes, el dispositivo de secado puede además ser de tipo de lecho fluidizado.

En una realización preferida de la invención, el dispositivo de secado está dispuesto en el lado de alta presión de la turbina. Ello significa que el dispositivo de secado recibe el flujo de gas caloportador comprimido y calentado, es decir, a alta presión. Por tanto, en este caso el dispositivo de secado deberá además ser suficientemente estanco y resistente a la alta presión.

Alternativamente, en otra realización preferida de la invención, el dispositivo de secado está dispuesto en el lado de baja presión de la turbina. Ello significa que el dispositivo de secado recibe el flujo de gas caloportador comprimido y simultáneamente calentado por efecto de la compresión, posteriormente calentado aún más en el captador solar y sucesivamente expandido en la turbina, es decir, a baja presión. Por tanto, en este caso no es necesario que el dispositivo de secado sea especialmente resistente a las altas presiones.

Este secadero solar permite realizar el secado del producto en cuestión con un consumo de energía muy bajo, o incluso nulo. Es más, el gas caloportador es preferentemente aire, con lo que se anulan por completo los costes asociados a la adquisición de un líquido caloportador convencional y a su transporte al lugar donde se encuentre el secadero. Estas características hacen que el secadero de la invención sea especialmente útil en lugares aislados o de difícil acceso.

El funcionamiento de este secadero sería fundamentalmente el siguiente. Se introduce un flujo de gas caloportador, preferentemente aire, en la entrada del compresor. El compresor eleva la presión, y también la temperatura, del flujo de gas caloportador y lo emite a través de su salida hacia la entrada de un captador solar. El captador solar lleva a cabo un calentamiento adicional del flujo de gas caloportador a alta presión, emitiendo a través de su salida un flujo de gas caloportador comprimido y calentado. A partir de aquí, existen dos posibilidades.

En una primera posibilidad, el flujo de gas caloportador comprimido y calentado puede dirigirse a la entrada del dispositivo de secado para llevar a cabo la evaporación y arrastre de la sustancia volátil impregnada en el producto que se desea secar. En este caso, el dispositivo de secado debe ser resistente a presiones altas. Después, el gas caloportador comprimido, calentado, y tras su uso para el secado, es emitido a través de la salida del dispositivo de secado y se introduce en la entrada de la turbina, que obtiene trabajo gracias a su expansión. Al estar el eje de la turbina acoplado al eje del compresor, este trabajo recuperado se invierte en mover el compresor. En función del aumento de temperatura conseguido en el captador solar, el trabajo recuperado puede ser suficiente para hacer funcionar la turbina, con lo que no se necesitaría apoyo energético externo.

En una segunda posibilidad alternativa a la primera, el flujo de gas comprimido y calentado puede dirigirse directamente a la entrada de la turbina para la obtención de trabajo a partir de su expansión. Al igual que en el caso anterior, al estar el eje de la turbina acoplado al eje del compresor, este trabajo recuperado se invierte en mover el compresor. Por tanto, en función del aumento de temperatura conseguido en el captador solar, el trabajo recuperado puede ser suficiente para hacer funcionar la turbina, con lo que no se necesitaría apoyo energético externo. El flujo de gas caloportador comprimido, calentado, y expandido por la turbina pasa a continuación a la entrada del dispositivo de secado. En este caso, al estar el flujo de gas caloportador a baja presión, no es necesario que el dispositivo de secado sea resistente a presiones altas.

Independientemente del lugar donde se encuentre el dispositivo de secado, ya sea en el lado de alta presión de la turbina o en el lado de baja presión de la turbina, el secadero solar de la presente invención puede estar conectado según un esquema de bucle cerrado o de bucle abierto. En caso de un esquema en bucle cerrado, el lado de baja presión de la turbina estará conectado al lado de baja presión del compresor, bien de forma directa o bien a través de dispositivos interpuestos como por ejemplo el dispositivo de secado en el caso de

la segunda posibilidad descrita anteriormente. En caso de un esquema en bucle abierto, el lado de baja presión de la turbina descargará a la atmósfera, bien de forma directa o bien a través de dispositivos interpuestos como por ejemplo el dispositivo de secado en el caso de la segunda posibilidad descrita anteriormente.

En una realización preferida, el secadero solar de la invención puede además comprender una máquina eléctrica mecánicamente acoplada al eje del compresor y la turbina para aportar energía mecánica para el funcionamiento del compresor o para recibir la energía mecánica generada por la turbina. De ese modo, en caso de que, gracias al aumento de entalpía del flujo de gas caloportador a través del captador solar, la expansión en la turbina produzca más trabajo en el eje que el necesario para la compresión en el compresor, la máquina eléctrica conectada al eje común de la pareja turbina-compresor puede obtener energía eléctrica de manera permanente. Alternativamente, si el calentamiento conseguido en el colector solar, teniendo en cuenta las pérdidas de la instalación, por ejemplo las pérdidas producidas debido a la viscosidad del aire o las propias pérdidas de calor de la instalación, no es suficiente como para que el trabajo de compresión en el compresor sea completamente compensado por el trabajo de expansión en la turbina, la máquina eléctrica puede aportar trabajo a costa de un consumo eléctrico. En definitiva, el uso de la máquina eléctrica proporciona flexibilidad al sistema.

En otra realización preferida, el secadero solar de la invención comprende además un dispositivo de aporte térmico opcional dispuesto en una posición adyacente al captador solar para provocar una elevación adicional de la temperatura del flujo de gas caloportador comprimido por el compresor. El uso de este dispositivo de aporte térmico opcional, que normalmente funcionará con energía distinta de la energía solar, constituye un complemento del colector solar en caso de que el calentamiento obtenido por el mismo no sea suficiente para mantener el funcionamiento del sistema. Por ejemplo, el dispositivo de aporte térmico opcional puede ser un intercambiador de calor alimentado por una corriente fluida calefactora, una resistencia eléctrica en contacto con el flujo de gas caloportador, u otros.

En otra realización preferida, el secadero solar de la invención además comprende un enfriador-condensador (es decir, un enfriador con función de condensador) dispuesto en el lado de baja presión de la turbina corriente abajo del dispositivo de secado para extraer la sustancia volátil del flujo de gas caloportador una vez condensado por efecto de la bajada de temperatura. Este enfriador-condensador puede comprender un intercambiador de calor que hace descender la temperatura del flujo de gas caloportador hasta conseguir la condensación total o parcial de la sustancia volátil arrastrada por el mismo, un elemento

encargado de separar la corriente gaseosa de la líquida, y finalmente una salida principal para el flujo de gas caloportador ya sin la sustancia volátil y una salida secundaria para la evacuación de la sustancia volátil condensada.

Como se ha mencionado anteriormente, el enfriador-condensador está ubicado en el lado de baja presión de la turbina y corriente abajo del dispositivo de secado. Por tanto, cuando el dispositivo de secado está en el lado de alta presión de la turbina, el enfriador-condensador puede ubicarse a la salida de la turbina. Alternativamente, cuando el dispositivo de secado está en el lado de baja presión de la turbina, el enfriador-condensador puede ubicarse directamente a la salida del dispositivo de secado.

En otra realización preferida, el secadero solar de la invención comprende además un filtro dispuesto corriente abajo del dispositivo de secado para eliminar impurezas del flujo de gas caloportador. Este filtro es especialmente importante cuando el secadero solar funciona de acuerdo con un esquema de bucle cerrado.

En otra realización preferida, el secadero solar de la invención comprende además un par de conductos de bypass que permiten anular la turbina y el compresor. De ese modo, el compresor y la turbina pueden ponerse fuera de servicio para que el secadero solar funcione completamente a baja presión en caso de que fuera necesario.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Fig. 1 muestra un diagrama esquemático de una realización preferida de la presente invención.

La Fig. 2 muestra un diagrama esquemático de otra realización preferida de la presente invención.

La Fig. 3 muestra un diagrama esquemático de otra realización preferida más de la presente invención.

La Fig. 4 muestra un diagrama esquemático de aún otra realización preferida de la presente invención.

La Fig. 5 muestra un diagrama esquemático de aún otra realización preferida más de la presente invención.

REALIZACIONES PREFERENTES DE LA INVENCIÓN

Las Figs. 1 y 2 muestran dos ejemplos de la configuración más básica del secadero solar de la presente invención con un esquema de bucle abierto y donde se ha prescindido de todos los elementos opcionales. Estos dos ejemplos se diferencian únicamente en la posición del dispositivo (4) de secado, como se describe a continuación con mayor detalle.

La Fig. 1 muestra un ejemplo de secadero solar que comprende un compresor (1) que recibe un flujo de gas caloportador, como por ejemplo aire, a través de la entrada (E) del circuito. El compresor (1) eleva la presión del flujo de gas caloportador y lo emite a través de su salida en dirección a la entrada de un captador (3) solar. El captador (3) solar está configurado para elevar la temperatura del flujo de gas caloportador comprimido, provocando un aumento de su entalpía. A continuación, el flujo de gas caloportador que sale a través de la salida del captador (3) solar pasa a la entrada de un dispositivo (4) de secado. El dispositivo (4) de secado emplea el flujo de gas caloportador comprimido y calentado para evaporar y arrastrar una determinada sustancia volátil impregnada en el producto que se desea secar. A continuación, la salida del dispositivo (4) de secado está conectada a la entrada de la turbina (2), que expande el flujo de gas caloportador comprimido y calentado que sale del dispositivo (4) de secado para obtener un trabajo. La turbina (2) y el compresor (1) están acoplados mecánicamente al mismo eje (11), de manera que el trabajo obtenido por la turbina (2) se invierte de manera inmediata en mover el compresor (1). Como se ha comentado con anterioridad en este documento, si el aumento de entalpía obtenido en el captador (3) solar es suficiente, es posible que el trabajo obtenido en la turbina (2) sea igual o mayor que el trabajo necesario para mover el compresor (1) más las pérdidas y degradaciones de energía del circuito. En este caso, el secadero solar de la invención funcionaría sin necesidad de ningún aporte externo de energía. La salida de la turbina (2) constituye aquí la salida (S) del circuito a la atmósfera.

La Fig. 2 muestra un ejemplo de configuración básica del secadero solar de la invención idéntico al mostrado en la Fig. 1 excepto por que el dispositivo (4) de secado está dispuesto en el lado de baja presión de la turbina (2) en lugar de en el lado de alta presión. Por tanto, en este caso no es necesario que el dispositivo (4) de secado esté preparado para funcionar a altas presiones. La salida del dispositivo (4) de secado constituye en este caso la salida (S) del circuito a la atmósfera.

Aunque ambos ejemplos se han representado como circuitos en bucle abierto dotados de

una salida (S) que emite el flujo de gas caloportador a la atmósfera, se entiende que sería posible que dicha salida (S) estuviese conectada con la entrada (E) para dar lugar a un circuito en bucle cerrado. El uso de un circuito en bucle cerrado está especialmente indicado cuando el gas caloportador utilizado no es aire. Para lograr el funcionamiento en condiciones operativas permanentes en bucle cerrado, es imprescindible la adición de un enfriador-condensador (6) que evacúa calor de la corriente. La Fig. 5 muestra un ejemplo de secadero de la invención en circuito cerrado.

La Fig. 3 muestra otro ejemplo de secadero solar de acuerdo con la invención. En este ejemplo, el compresor (1) recibe la entrada (E) de gas caloportador y la comprime. A continuación, el flujo de gas caloportador comprimido es calentado en el colector (3) solar y después empleado por el dispositivo (4) de secado para el secado del producto en cuestión. La salida del dispositivo (4) de secado se introduce en la turbina (2) para su expansión y el trabajo obtenido se transmite al compresor a través del eje (11) común a la turbina (2)/compresor (1). El eje (11) está conectado aquí a un eje (12) de una máquina (5) eléctrica que puede generar electricidad si se produce energía sobrante en el eje (11) de la turbina (2)/compresor (1) o puede aportar energía en caso de que exista un déficit energético en el eje (11) de la turbina (2)/compresor (1). La salida de la turbina (2) está conectada a un enfriador-condensador (6) que disminuye la temperatura del flujo de gas caloportador para que la sustancia volátil extraída del producto condense. La sustancia volátil condensada se evacúa a través de una salida (13) secundaria del enfriador-condensador (6), mientras que el flujo de gas caloportador sale a través de la salida principal del enfriador-condensador (6) y se envía a un filtro (7). El filtro (7) elimina olores, partículas, o en general cualquier tipo de impureza presente en el flujo de gas caloportador y posibles restos de las sustancias extraídas. Finalmente, la salida del filtro (7) es expulsada a la atmósfera.

La Fig. 4 muestra otro ejemplo más de secadero solar según la invención que se diferencia del mostrado en la Fig. 2 principalmente en dos características. Por un lado, el dispositivo (4) de secado está dispuesto en este caso en el lado de baja presión de la turbina (2). Por otro lado, este secadero solar comprende un dispositivo (10) de aporte térmico adicional situado entre la salida del colector (3) solar y la entrada de la turbina (2).

La Fig. 5 muestra todavía otro ejemplo de secadero solar de acuerdo con la invención similar al mostrado en la Fig. 3 excepto por que se trata en este caso de un circuito en bucle cerrado. Para ello, la salida (S) del filtro (7) está conectada a la entrada (E) del compresor (1). Además, como se ha mencionado, esta configuración incluye también un enfriador-condensador (6).

REIVINDICACIONES

1. Secadero solar configurado para extraer una sustancia volátil contenida en un producto utilizando un gas caloportador que no sufre cambio de fase, caracterizado por que comprende:

- un compresor (1) configurado para comprimir un flujo de gas caloportador conectado a su lado de baja presión;

- una turbina (2) mecánicamente acoplada al eje del compresor (1) y cuyo lado de alta presión está conectado al lado de alta presión del compresor (1), de modo que la turbina (2) recibe el flujo de gas caloportador comprimido por el compresor (1) y obtiene trabajo a partir de su expansión;

- un captador (3) solar dispuesto en el lado de alta presión del compresor (1) y de la turbina (2) para calentar el flujo de gas caloportador comprimido por el compresor (1); y

- un dispositivo (4) de secado dispuesto corriente abajo del captador (3) solar de modo que recibe el flujo de gas caloportador calentado con el propósito de evaporar y arrastrar la sustancia volátil contenida en el producto.

2. Secadero solar de acuerdo con la reivindicación 1, donde el dispositivo (4) de secado está dispuesto en el lado de alta presión de la turbina (2), de modo que recibe el flujo de gas caloportador comprimido y calentado.

3. Secadero solar de acuerdo con la reivindicación 1, donde el dispositivo (4) de secado está dispuesto en el lado de baja presión de la turbina (2), de modo que recibe el flujo de gas caloportador comprimido, calentado y expandido.

4. Secadero solar de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el gas caloportador es aire.

5. Secadero solar de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que está conectado según un esquema de bucle cerrado.

6. Secadero (1) solar de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que está conectado según un esquema de bucle abierto.

7. Secadero solar de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende una máquina eléctrica (5) mecánicamente acoplada al eje (11, 12) del compresor (1) y la turbina (2) para aportar energía mecánica para el funcionamiento del

compresor (1) o para recibir de energía mecánica generada por la turbina (2).

8. Secadero solar de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende un dispositivo (10) de aporte térmico opcional dispuesto en una posición adyacente al captador (3) solar para provocar una elevación adicional de la temperatura del flujo de gas caloportador comprimido por el compresor (1).

9. Secadero solar de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende un enfriador-condensador (6) dispuesto en el lado de baja presión de la turbina (2) corriente abajo del dispositivo (4) de secado para extraer la sustancia volátil del flujo de gas caloportador.

10. Secadero solar de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende un filtro (7) dispuesto corriente abajo del dispositivo (4) de secado para eliminar impurezas del flujo de gas caloportador.

11. Secadero solar de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende un par de conductos de bypass que permiten anular la turbina (1) y el compresor (2).

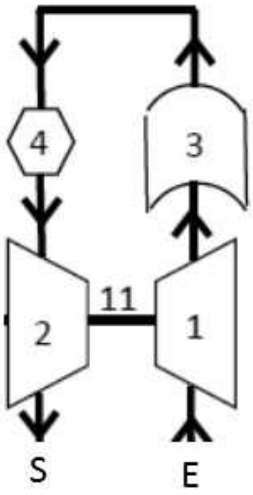

FIG. 1

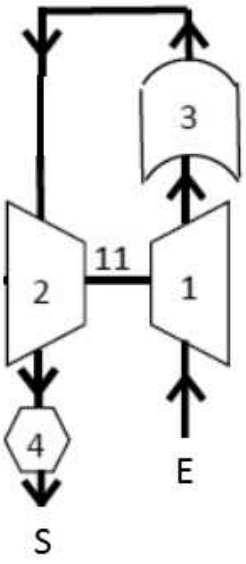

FIG. 2

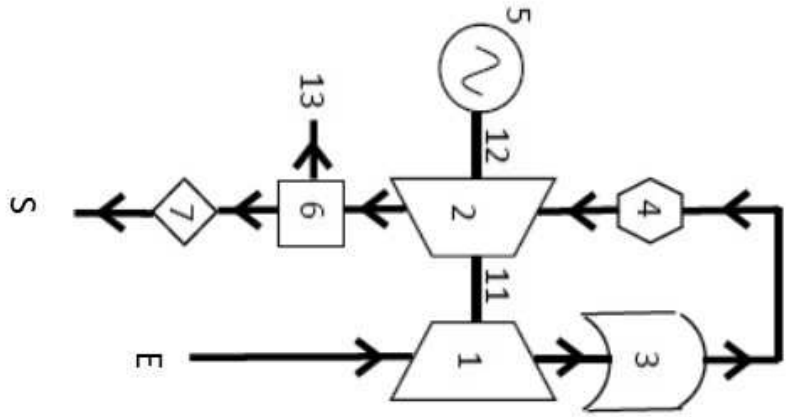

FIG. 3

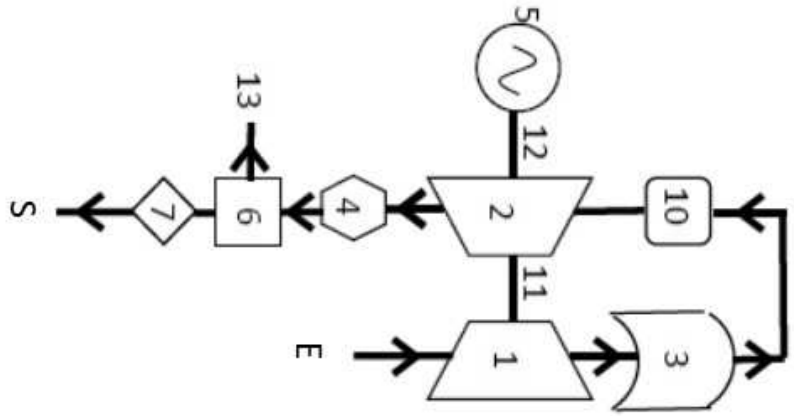

FIG. 4

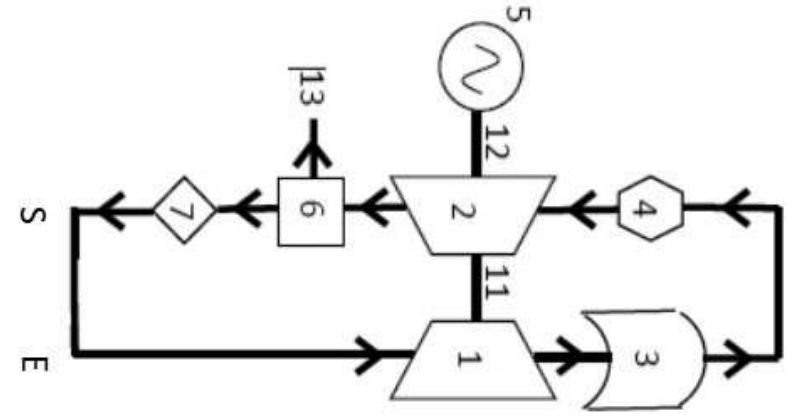

FIG. 5

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201630068

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 21.01.2016

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	(56) **Documentos citados**	**Reivindicaciones afectadas**
Y	US 2004261285 A1 (HARADA KENICHI) 30/12/2004, Párrafo [0039]; figura 3.	1,3,4,6-8
Y	ES 453729 A1 (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 01/11/1977, Descripción; figura única.	1,3,4,6-8
Y	US 8650770 B1 (LEVY GEORGE SAMUEL) 18/02/2014, Columna 4, líneas 35-56; figura 3.	1,3-5,7-11
Y	US 2009261592 A1 (KAY THOMAS P) 22/10/2009, Párrafos [0007]-[0015]; figura 1.	1,3-5,7-11
A	JP S5818058 A (HITACHI SHIPBUILDING ENG CO) 02/02/1983, Figura única & Resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de Epoque; Número de Acceso: JP-S5818058-A.	1
A	WO 9000223 A1 (IMATRAN VOIMA OY) 11/01/1990, Página 6, líneas 21-34; figura 2.	1,2

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	**Examinador**	**Página**
19.09.2016	D. Hermida Cibeira	1/5

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

F26B3/28 (2006.01)
F26B23/00 (2006.01)
F26B21/00 (2006.01)
F03G6/06 (2006.01)

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

F26B, F03G

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

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 19.09.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-11	**SI**
	Reivindicaciones		**NO**
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	2	**SI**
	Reivindicaciones	1,3-11	**NO**

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2004261285 A1 (HARADA KENICHI)	30.12.2004
D02	ES 453729 A1 (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM)	01.11.1977
D03	US 8650770 B1 (LEVY GEORGE SAMUEL)	18.02.2014
D04	US 2009261592 A1 (KAY THOMAS P)	22.10.2009
D05	JP S5818058 A (HITACHI SHIPBUILDING ENG CO)	02.02.1983
D06	WO 9000223 A1 (IMATRAN VOIMA OY)	11.01.1990

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

La presente invención se refiere a un secadero solar.
Se considera que el documento D01 es el más cercano del estado de la técnica al objeto de la reivindicación independiente 1. En dicho documento, al cual pertenecen las referencias alfanuméricas que siguen, se divulga (párrafo [0039]; figura 3) un secadero que implementa un ciclo Brayton abierto para impulsar en cogeneración una corriente caliente de gases de escape (11) hacia una cámara de secado (K) situada aguas abajo de la turbina (21). Dicho secadero comprende una entrada de aire, un filtro (110), un generador (25), un compresor (22), un recuperador (27), una cámara de combustión (26), una turbina (21), un conducto de gases de escape (19), una cámara de secado (K) y una salida de gases de escape. El compresor (22) es accionado por la turbina (21) a través de un árbol (23). El generador (25) es accionado por el compresor (22) a través de un árbol (24).
Se observa que existen diferencias entre la invención divulgada en el documento D01 y el objeto de la reivindicación independiente 1. Concretamente, se observa que en la invención del documento D01 se emplea un ciclo Brayton abierto combinado en cogeneración con un proceso de secado que tiene lugar en una cámara de secado (K) situada aguas abajo de la turbina (21), esto es, en la zona de baja presión; sin embargo, no se utiliza energía solar concentrada, sino una cámara de combustión convencional. Debido a esta diferencia encontrada, se considera que la reivindicación independiente 1 y sus reivindicaciones dependientes 2-11 son nuevas (Art. 6, LP 11/1986).
En cuanto a la actividad inventiva de la reivindicación independiente 1, se considera que un experto en la materia combinaría de forma evidente los documentos D01 y D02 para reproducir el objeto de dicha reivindicación. El documento D02, al cual pertenecen las referencias numéricas que siguen, divulga (descripción; figura única) una central térmica solar con circuito de aire abierto que implementa un ciclo Brayton abierto. Dicha central térmica comprende una entrada de aire, un intercambiador de precalentamiento (2), un compresor (4), un calentador solar (8), espejos de concentración solar (10), una cámara de combustión (12), un acumulador térmico (18), una turbina (24), un generador (28) y una salida de aire y/o gases de escape. La cámara de combustión (12) se emplea solo cuando el calentador solar (8) no alcanza una temperatura suficiente y puede estar dispuesta en paralelo o en serie con respecto a dicho calentador solar (8). El compresor (4) es accionado por la turbina (24) a través de un árbol (26). El generador (28) es accionado por la turbina (24) a través de un árbol. Así pues, se considera que un experto en la materia combinaría de forma evidente los documentos D01 y D02 para desarrollar así un ciclo Brayton abierto asociado en cogeneración con un proceso de secado que tiene lugar en una cámara de secado situada aguas abajo de la turbina, empleándose además en combinación energía solar concentrada y una cámara de combustión convencional. Por consiguiente, según todo lo expuesto, se estima que la reivindicación independiente 1 no implica actividad inventiva (Art. 8, LP 11/1986). También se considera que las reivindicaciones dependientes 3, 4, 6-8 no implican actividad inventiva (Art. 8, LP 11/1986).
Por otra parte, en relación con la actividad inventiva de las reivindicaciones dependientes 5 y 9-11, se considera que un experto en la materia combinaría de forma evidente los documentos D03 y D04 para reproducir el objeto de dichas reivindicaciones. El documento D03, al cual pertenecen las referencias numéricas que siguen, divulga (columna 4, líneas 35-56; figura 3) un secadero que implementa un ciclo Brayton invertido y cerrado para impulsar una corriente caliente de aire hacia una cámara de secado (1) situada aguas abajo de la turbina (8). Dicho secadero comprende un compresor (7), un recuperador (12), una turbina (8), un separador (5) de condensados (11) y una cámara de secado (1). Un motor mueve el compresor (7), el cual calienta y eleva la presión del aire. Parte de ese calor es cedido en el recuperador (12) a la corriente de aire (6) que va a atravesar la cámara de secado (1). Posteriormente, el aire se expande en la turbina (8), recuperándose así parte del trabajo empleado en mover el compresor (7), ya que compresor (7) y turbina (8) están vinculados por un mismo eje. En el separador (5) se extraen los condensados (11) y la corriente de aire (6) se dirige a la cámara de secado (1) a través del recuperador (12). Al salir de la cámara de secado (1), la corriente de aire (6) se dirige de nuevo al compresor (7). Por otra parte, se contempla la inclusión de un filtro (15) a la salida de la cámara de secado (1) (columna 5, líneas 29, 30; figura 5), la inclusión de un enfriador (13) aguas abajo de la turbina (8) (columna 5, líneas 44-47; figura 5), la inclusión de un dispositivo de aporte térmico (9) opcional (columna5, líneas 31-32; figura 5), y la inclusión de válvulas de bypass (16, 17) que permiten anular la turbina (8) y el compresor (7) (columna 5, línea 67 - columna 6, línea 7; figura 5B).

El documento D04, al cual pertenecen las referencias numéricas que siguen, divulga (párrafos [0007]-[0015]; figura 1) una central térmica solar con circuito de gas cerrado que implementa un ciclo Brayton cerrado. Dicha central térmica comprende un compresor (10), un recuperador (15), un calentador (16), una turbina (11), un intercambiador de calor (22) y un generador (12). El compresor (10), la turbina (11) y el generador (12) están vinculados a un mismo árbol (13). El calentador (16) emplea energía solar procedente de concentradores solares (28). Una posibilidad es que los concentradores solares (28) sean del tipo cilindro-parabólico y que la corriente de gas atraviese el tubo receptor de dichos concentradores (28) (párrafos [0013]-[0015]). Así pues, se considera que un experto en la materia combinaría de forma evidente los documentos D03 y D04 para desarrollar así un ciclo Brayton cerrado asociado en cogeneración con un proceso de secado que tiene lugar en una cámara de secado situada aguas abajo de la turbina, empleándose además energía solar concentrada. Por consiguiente, según todo lo expuesto, se estima que las reivindicaciones dependientes 5 y 9-11 tampoco implican actividad inventiva (Art. 8, LP 11/1986).

En cuanto a la actividad inventiva de la reivindicación dependiente 2, se considera que a un experto en la materia que partiese del documento D01 no le resultaría evidente desarrollar el objeto de dicha reivindicación y, además, cabe señalar que no se ha conseguido encontrar ningún otro documento del estado de la técnica en el que se dispusiese una cámara de secado presurizada atravesada y calentada por la corriente de aire o gas en la zona de alta presión de un ciclo Brayton. Por tanto, se estima que la reivindicación dependiente 2 sí implica actividad inventiva (Art. 8, LP 11/1986).

Los documentos D05 y D06 simplemente reflejan el estado de la técnica.