

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 716 608**

51 Int. Cl.:

H02S 40/00 (2014.01)

F24S 40/57 (2008.01)

F24S 40/42 (2008.01)

H01L 31/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2014 PCT/EP2014/000389**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.09.2014 WO14131492**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2014 E 14705032 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019 EP 2962048**

54 Título: **Dispositivo para regular el nivel de humedad relativa en un módulo CPV**

30 Prioridad:

26.02.2013 FR 1351665

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.06.2019

73 Titular/es:

**SAINT-AUGUSTIN CANADA ELECTRIC INC.
(100.0%)**

**75 Rue d'Anvers
Saint-Augustin de Desmaures, Québec G3A 1S5,
CA**

72 Inventor/es:

**GOMBERT, ANDREAS;
STÖR, JAKOB y
TALIERCIO, CÉCILE**

74 Agente/Representante:

MILTENYI , Peter

ES 2 716 608 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

Dispositivo para regular el nivel de humedad relativa en un módulo CPV

5 La presente invención se refiere, en general, a un dispositivo y un procedimiento para regular el nivel de humedad relativa en un módulo de células solares. El dispositivo y el procedimiento son particularmente adecuados para módulos concentradores fotovoltaicos (CPV).

10 En los módulos CPV, la luz incidente, y en particular la irradiación solar, se concentra en una célula fotovoltaica mediante un sistema óptico que comprende, por ejemplo, un espejo o una lente, tal como una lente de Fresnel o una lente esférica. La celda se coloca así en el foco de la lente. Dichos módulos CPV generalmente se montan solos o combinados en redes en unidades de seguimiento para orientarse de manera óptima hacia la luz incidente, especialmente siguiendo la región más brillante del cielo. Preferiblemente, los módulos CPV deben estar completamente sellados para evitar la degradación de las células solares y otros componentes eléctricos, tales como diodos de derivación o el cableado eléctrico, debido a factores ambientales. En algunos casos, un nivel elevado de humedad relativa en el módulo puede causar, en particular, una condensación de vapor de agua en los componentes situados en el interior del módulo.

20 Se conocen varios enfoques de la técnica anterior para resolver el problema de la condensación y la humedad en un módulo solar tal como se muestra, por ejemplo, en el documento EP0546481 A1. Un primer enfoque se basa en un módulo solar completamente sellado. El documento de la técnica anterior WO2011085086A2 describe un módulo solar completamente sellado en el que el módulo solar está conectado a una bolsa de expansión que se adapta a los cambios de presión en el interior de un módulo solar durante un ciclo térmico. Puede instalarse opcionalmente una unidad de desecación adicional para eliminar la humedad que ha entrado en el módulo sellado. Este enfoque no es adecuado para grandes módulos y estaciones fotovoltaicas debido al enorme tamaño de la bolsa de expansión requerida.

30 En otro enfoque descrito en el documento de la técnica anterior WO2009146842A1, se conecta un adsorbente o una unidad de desecación al módulo para secar el aire entrante. La adsorción es un fenómeno que provoca la fijación físico-química de moléculas de vapor de agua en la superficie de un sólido, en particular un adsorbente o un material de desecación, tal como gel de sílice, que se caracteriza por una alta porosidad. El aire húmedo del exterior del módulo se sopla mediante un ventilador a través de la unidad de adsorción que contiene, en particular, gel de sílice como material adsorbente, el cual absorbe el exceso de humedad, y el aire seco se envía directamente a los módulos CPV. Sin embargo, con el tiempo, el adsorbente se satura y necesita regenerarse para eliminar la humedad. Esta regeneración generalmente ocurre cuando la humedad relativa medida después de la unidad adsorbente está por encima de un cierto límite, y la duración de la regeneración depende de este nivel de humedad relativa. Esta regeneración se garantiza mediante el paso del aire caliente a una temperatura superior a 60° C y el aire caliente húmedo debe descargarse al exterior.

40 Esta fase de regeneración consume mucha energía y requiere un dispositivo activo para garantizar el flujo de aire, en particular un ventilador. Además, la falta de un control de supervisión y comunicación da lugar a un uso innecesario de la unidad de desecación, incluso cuando las condiciones climáticas externas son óptimas para evitar el secado de los módulos, especialmente una temperatura externa elevada y una baja humedad relativa en el exterior del módulo.

45 El objetivo de la invención es proporcionar un dispositivo y un proceso para regular el nivel de humedad relativa en el interior de un módulo de células solares, evitando los inconvenientes mencionados anteriormente.

50 La presente invención se refiere a un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 para regular el nivel de humedad relativa en un módulo CPV.

55 Esta regulación permite limitar el uso de la unidad de desecación y, por lo tanto, reducir el consumo de energía debido a la fase de regeneración, y también al reducir el uso de la unidad de desecación también se permite evitar la saturación de precipitado de esta última. Regulando la capacidad de la unidad de desecación es posible crear una unidad de regulación de humedad autocorrectora y libre de mantenimiento para un sistema CPV que contiene por lo menos un módulo.

60 En otras realizaciones ventajosas, la unidad de regulación del dispositivo de regulación de humedad comprende por lo menos un sensor adaptado para medir valores físicos relacionados con el interior del módulo o por lo menos un sensor adaptado para medir valores físicos respecto al exterior del módulo, y en el que la unidad de regulación registra y compara las mediciones con umbrales predeterminados para operar el mecanismo de conmutación.

5 En otras realizaciones ventajosas, la unidad de regulación del dispositivo de regulación de humedad comprende por lo menos un sensor adaptado para medir valores físicos relacionados con el interior del módulo y por lo menos un sensor adaptado para medir valores físicos relacionados con el exterior del módulo, y en el que la unidad de regulación registra y compara sus mediciones para operar el mecanismo de conmutación. Los valores físicos medidos pueden ser respectivamente la temperatura, humedad relativa, y presión, en el interior y en el exterior del módulo.

10 El efecto beneficioso de estas dos realizaciones es permitir una regulación inteligente del dispositivo de regulación de humedad, en particular teniendo en cuenta cualquier posible factor ambiental, en particular parámetros termodinámicos directamente relacionados con la condensación, relevantes para una buena funcionalidad de un sistema de CPV.

15 En otras realizaciones ventajosas, el módulo del dispositivo de regulación de humedad está conectado a la atmósfera ambiente a través de un segundo conducto conectado a dicho primer conducto en una intersección, comprendiendo el mecanismo de conmutación una primera válvula situada en el primer conducto entre la unidad de desecación y la intersección, y que comprende una segunda válvula colocada en el segundo conducto entre la intersección y la atmósfera ambiente.

20 En realización alternativa, el módulo del dispositivo de control regulación humedad está conectado a la atmósfera ambiente a través de un segundo conducto conectado a dicho primer conducto en una intersección, comprendiendo el mecanismo de conmutación una válvula en L situada en la intersección.

25 Estas dos realizaciones tienen la ventaja de que puede utilizarse la misma conexión de la unidad de desecación al módulo para ambos tipos de flujo de gas, una entre la unidad de desecación y el módulo y otra entre la atmósfera ambiente y el módulo. De este modo, sólo se necesita una entrada o apertura en el lado del módulo.

30 En otra realización, el módulo del dispositivo de regulación de humedad está conectado a la atmósfera ambiente a través de una abertura colocada en el módulo, comprendiendo el mecanismo de conmutación unas válvulas situadas en el primer conducto y la abertura.

35 En otras realizaciones ventajosas, el dispositivo de regulación de humedad comprende, además, una membrana anti-retorno en por lo menos una de las unidades modulares capaces de descargar una sobrepresión desde el interior del módulo a la atmósfera ambiente.

Esto proporciona la ventaja de que puede permitirse un flujo de gas entre el módulo y la atmósfera ambiente, mientras que la unidad de desecación puede desconectarse por motivos de mantenimiento. Por lo tanto, se reducen los esfuerzos de mantenimiento ya que no se requiere el cierre del sistema.

40 En otras realizaciones ventajosas, el dispositivo de regulación de humedad permite el flujo de gas entre el módulo y la unidad de desecación cuando la unidad de regulación registra una presión en el módulo inferior a la presión en el exterior del módulo y la temperatura en el interior o el exterior del módulo está por debajo del umbral de temperatura predeterminado, y/o la humedad relativa en el interior o el exterior del módulo es mayor que el umbral de humedad relativa predeterminado.

45 En otras realizaciones ventajosas, el dispositivo de regulación de humedad permite el flujo de gas entre el módulo y la atmósfera ambiente cuando la unidad de regulación registra una presión en el módulo inferior a la presión exterior del módulo, y la temperatura en el interior o exterior del módulo es mayor que el umbral de temperatura predeterminado, y/o la humedad relativa en el interior o exterior del módulo es inferior al umbral de humedad relativa predeterminado.

50 Estas dos realizaciones tienen la ventaja beneficiosa de que, con un solo sensor presente para medir valores físicos en el interior o en el exterior del módulo, puede obtenerse un ahorro eficiente para la unidad de desecación.

55 En otras realizaciones ventajosas, el dispositivo de regulación de humedad permite el flujo de gas entre el módulo y la unidad de desecación cuando la unidad de regulación registra una presión en el módulo que es menor que la presión en el exterior del módulo y una temperatura en el exterior del módulo que se aproxima a la temperatura del punto de rocío en el interior del módulo, calculándose el punto de rocío a partir de la medición de la temperatura y la humedad relativa en el interior del módulo, a partir de temperaturas más altas por menos de un umbral predeterminado, preferiblemente 2 °C.

60 Esto proporciona la ventaja beneficiosa de que no se requiere un dispositivo activo para manejar un flujo de gas, sino que la depresión en el interior del módulo activa el flujo de aire seco del gas desde la unidad de desecación al

ES 2 716 608 T3

módulo cuando la temperatura en el exterior del módulo se encuentra por debajo de la temperatura del punto de rocío más un umbral predeterminado, en particular 2 °C.

5 En otras realizaciones ventajosas, el dispositivo de regulación de humedad permite el flujo de gas entre el módulo y la atmósfera ambiente cuando la unidad de regulación registra una presión en el módulo inferior a la presión en el exterior del módulo y la temperatura exterior excede la temperatura del punto de rocío en el interior del módulo, calculándose el punto de rocío a partir de la medición de la temperatura y la humedad relativa en el interior del módulo, por más de un umbral predeterminado, preferiblemente 2 °C.

10 Esto proporciona la ventaja beneficiosa de que la unidad de desecación no se utiliza y se permite un flujo de gas al módulo, inducido por la depresión en el módulo, cuando las condiciones climáticas son favorables, en particular la temperatura en el exterior del módulo es mayor que la temperatura del punto de rocío más un umbral predeterminado, en particular 2 °C. Un menor uso de la unidad de desecación reduce la necesidad de regeneración. O, al mantenerse una cierta frecuencia de regeneración, debe utilizarse mucho menos material de desecación, por lo que puede beneficiarse de períodos más largos sin mantenimiento.

15 En otras realizaciones ventajosas, el dispositivo de regulación de humedad permite el flujo de gas entre el módulo y la atmósfera ambiente cuando la unidad de regulación registra una presión en el módulo superior a la presión en el exterior del módulo.

20 Esto proporciona la ventaja beneficiosa de que una sobrepresión en el módulo se elimina del sistema sin que se requiera ningún flujo activo o dispositivo de bombeo.

25 En otras realizaciones ventajosas, el dispositivo de regulación de humedad permite el flujo de gas entre el módulo y la unidad de desecación cuando la unidad de regulación registra una presión en el módulo inferior a la presión en el exterior del módulo y la temperatura en el exterior excede la temperatura del punto de rocío en el interior del módulo, calculándose el punto de rocío a partir de la medición de la temperatura y la humedad relativa en el interior del módulo, por más de un umbral predeterminado, preferiblemente 2 °C, y el nivel de humedad relativa en el exterior del módulo excede un umbral predeterminado, preferiblemente un 70%.

30 En otras realizaciones ventajosas, el dispositivo de regulación de humedad permite el flujo de gas entre el módulo y la atmósfera ambiente cuando la unidad de regulación registra una presión en el módulo inferior a la presión en el exterior del módulo, y la temperatura exterior excede la temperatura del punto de rocío en el interior del módulo, calculándose el punto de rocío a partir de la medición de la temperatura y la humedad relativa en el interior del módulo, menos un umbral predeterminado, preferiblemente 2 °C, y el nivel de humedad relativa en el exterior del módulo es menor que un umbral predeterminado, preferiblemente un 70%.

35 Estas dos realizaciones proporcionan la ventaja beneficiosa de que no sólo puede tenerse en cuenta la temperatura del punto de rocío para regular el flujo de gas, sino que se desvincula la humedad relativa del segundo parámetro de la temperatura del punto de rocío del parámetro mixto.

40 En otras realizaciones ventajosas, la unidad de desecación del dispositivo de regulación de humedad comprende una abertura a la atmósfera ambiente, comprendiendo la abertura una tercera válvula que sólo está abierta cuando solamente se permite el flujo de gas entre el módulo y la unidad de desecación.

45 En otra realización, la unidad de desecación del dispositivo de regulación de humedad incluye una abertura a la atmósfera ambiente, incluyendo la abertura una válvula antirretorno.

50 Estas dos realizaciones proporcionan la ventaja beneficiosa de que, para la unidad de desecación, es posible un modo de ventilación entre el módulo y la atmósfera ambiente, con la unidad de desecación conmutada entre ellas cuando las condiciones climáticas requieren una regulación de la humedad en el interior del módulo.

55 En otras realizaciones ventajosas, se coloca un filtro de partículas en por lo menos una de las conexiones a la atmósfera ambiente.

Esto proporciona la ventaja beneficiosa de que aumenta la funcionalidad del sistema, en particular evitando que las partículas sensibles a la humedad relativa dañen los componentes eléctricos del módulo.

60 En otras realizaciones ventajosas, la unidad de desecación del dispositivo regulador de humedad contiene materiales absorbentes y/o adsorbentes, en particular gel de sílice.

Esto último proporciona la ventaja beneficiosa de que el material de gel de sílice de alta porosidad optimiza el rendimiento de adsorción de la unidad de desecación y, por lo tanto, se necesita menos material en comparación con otros materiales comúnmente utilizados.

5 En otras realizaciones ventajosas, la por lo menos una unidad modular del módulo está conectada para conducir un gas a través de un conducto.

10 Esto proporciona la ventaja beneficiosa de que cualquier unidad modular puede conectarse entre sí y, por lo tanto, de manera agrupada a la unidad de desecación y/o individualmente, por ejemplo, a través de un sistema de tubos centralizado que conecta individualmente cada unidad modular, para su regulación a través del mecanismo de conmutación.

15 Además, la presente invención también puede estar relacionada con un proceso de regulación de humedad que utilice el dispositivo de regulación de humedad, en particular adaptado para módulos utilizados en un sistema CPV.

20 La invención se describirá, a continuación, con más detalle a modo de ejemplo utilizando unas realizaciones ventajosas y con referencia a los dibujos. Las realizaciones descritas son sólo configuraciones posibles en las que las características individuales pueden, sin embargo, implementarse de manera independiente u omitirse tal como se ha descrito anteriormente. Los mismos elementos ilustrados en diferentes dibujos se han designado con signos de referencia idénticos. Pueden omitirse partes de la descripción relacionadas con los mismos elementos ilustrados en los diferentes dibujos.

25 Las figuras 1A-1D ilustran esquemáticamente un dispositivo de regulación de humedad de acuerdo con realizaciones preferidas de la presente invención.

Las figuras 2A-2C ilustran esquemáticamente el mecanismo de conmutación de un dispositivo de regulación de humedad de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

30 La figura 3 ilustra esquemáticamente el principio de funcionamiento de un dispositivo de regulación de humedad de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

35 La presente invención se describirá ahora con referencia a realizaciones específicas. Los expertos en la materia reconocerán que pueden combinarse características y alternativas de cualquiera de las realizaciones, independientemente entre sí, con características y alternativas de cualquier otra realización, de acuerdo con la presente invención de acuerdo con el alcance de las reivindicaciones.

40 En particular, las figuras 1A y 1B ilustran esquemáticamente un dispositivo para regular el nivel de humedad relativa en un módulo CPV. El módulo 2 consiste en por lo menos una unidad modular 5. La figura 1A ilustra esquemáticamente que el módulo 2 comprende por lo menos una unidad modular 5 y una unidad modular 6 que están conectadas para conducir un gas a través del conducto 7. La figura 1B ilustra esquemáticamente que el módulo 2 comprende por lo menos una unidad modular 5 y una unidad modular 6 que están conectadas para conducir un gas a través de unos conductos 7'. Sin embargo, la invención no se limita a esto y pueden incluirse otras unidades modulares y conectarse tal como se ilustra en la figura 1A y/o tal como se ilustra en la figura 1B. Esto permite dirigir individualmente unidades modulares (5, 6, ...) o grupos de unidades modulares a través de un sistema de tuberías de gas centralizado.

50 El dispositivo comprende una unidad de desecación 1 conectada al módulo 2 a través de un primer conducto 3 en el cual hay colocada una primera válvula 4. La unidad de desecación 1 puede contener, por ejemplo, un material absorbente y/o adsorbente, en particular gel de sílice.

55 El módulo 2 también está conectado a la atmósfera ambiente a través de un segundo conducto 8 en el cual hay colocada una segunda válvula 9. El segundo conducto 8 está conectado al primer conducto 3 en una intersección 10. La primera válvula 4 del primer conducto 3 está situada entre la unidad de desecación 1 y la intersección 10. Un mecanismo de conmutación se activa mediante una unidad de regulación 12 que permite un flujo de gas entre el módulo 2 y la unidad de desecación 1 o la atmósfera ambiente. De manera no limitativa, la unidad de desecación 1 está conectada a la atmósfera ambiente a través de un tercer conducto 15 en el cual hay colocada una tercera válvula 16.

60 El dispositivo de acuerdo con la invención comprende por lo menos un sensor 13 adaptado para medir valores físicos relativos al interior del módulo 2 y/o por lo menos un sensor 14 adaptado para medir valores físicos relacionados con el exterior del módulo 2 conectado a la unidad de regulación 12. Tal como se ilustra esquemáticamente, la unidad de regulación actúa sobre un mecanismo de conmutación, tal se como indica mediante líneas discontinuas 17, utilizando así la información del interior del módulo desde el sensor 13 y/o del exterior del

módulo desde del sensor 14. El mecanismo de conmutación comprende la primera válvula 4 y la segunda válvula 9, o cualquier otra válvula necesaria para permitir un flujo de gas entre el módulo 2 y la unidad de desecación 1, o bien la atmósfera ambiente. Un experto en la materia sabe cómo implementar la conexión 17 al mecanismo de conmutación y los sensores, por ejemplo, mediante una simple conexión por cable o bien una comunicación inalámbrica.

Las aberturas en la atmósfera ambiente están equipadas con unos filtros de partículas 18 y 19.

La unidad de regulación 12 y el mecanismo de conmutación aseguran que se establece una conexión que permite un flujo de gas entre el módulo 2 y la unidad de desecación 1 o la atmósfera ambiente. Esto se ilustra esquemáticamente en la figura 1A, donde la primera válvula 4 del primer conducto 3 y la tercera válvula 16 del tercer conducto 15 se indican en negro para representar una posición cerrada de las válvulas, por ejemplo, y la segunda válvula 9 del segundo conducto 8 se indica en blanco para representar una posición abierta de la válvula, respectivamente. Se permite un flujo de gas entre el módulo 2 y la atmósfera ambiente. Esto es particularmente útil cuando las condiciones climáticas indican que no existe riesgo de condensación en el interior del módulo 2 por el aire entrante que no haya pasado a través de la unidad de desecación 1 para secar expresamente el aire. La unidad de regulación 12 utiliza la información del interior del módulo 2 de los sensores 13 y/o en el exterior del módulo 2 de los sensores 14 para decidir si se permite un flujo de gas entre el módulo 2 y la atmósfera ambiente o se permite un flujo de gas entre el módulo 2 y la unidad de desecación 1. La comparación de mediciones en el exterior y en el interior del módulo permite una evaluación perfecta de la necesidad de secar el aire entrante.

La figura 1A ilustra que cuando se activa la primera válvula 4 del primer conducto 3, lo mismo sucede con la tercera válvula 16 del conducto 15 que conecta la unidad de desecación 1 a la atmósfera ambiente. Se produce un flujo de gas desde la atmósfera ambiente hacia el módulo 2 a través de la unidad de desecación 1, por ejemplo, provocado por una depresión en el interior del módulo 2, lo que permite un flujo de aire secado hacia el módulo 2 sin ningún medio de transporte activo tal como un ventilador.

En una alternativa, la tercera válvula 16 del conducto 15 puede ser una válvula antirretorno que impida el flujo de gas desde la unidad de desecación 1 hacia la atmósfera ambiente. La válvula antirretorno permite un flujo de gas desde la atmósfera ambiente hacia la unidad de desecación 1 y, de este modo, el aire seco fluye desde la unidad de desecación 1 hacia el módulo 2 a través del primer conducto 3 y la primera válvula 4 se abre cuando se produce una depresión en el módulo 2 y la unidad de regulación 12 abre la primera válvula 4 hacia la unidad de desecación 1.

La unidad de regulación 12 evalúa, por ejemplo, el riesgo de condensación en el interior del módulo 2 mediante las mediciones de diversos parámetros de los sensores 13 adaptados para medir valores físicos relacionados con el interior del módulo y/o los sensores 14 adaptados para medir valores físicos relacionados con el exterior del módulo y controla el flujo de gas. Parámetros físicos tales como presión, temperatura y humedad relativa son los más adecuados, pero también pueden añadirse otros elementos, tales como tiempo y posición del seguidor. Teniendo en cuenta estos parámetros termodinámicos para la regulación del flujo de gas, es posible perfectamente controlar y evitar que se produzca condensación. Además, los sensores 13, 14 no tienen que estar situados físicamente en el interior o en el exterior del módulo, como en el caso de una medición controlada ópticamente de la temperatura a través de la lente transparente o la placa de fondo para aplicaciones CPV. El sensor 13 podría estar situado, por ejemplo, en el sistema de conductos de gas centralizado, mostrando una información común relacionada con valores físicos de todos los módulos conectados al mismo tiempo.

Las figuras 2A-2C ilustran esquemáticamente el mecanismo de conmutación de un dispositivo de regulación de humedad de acuerdo con realizaciones de la presente invención y corresponden al marco 11 de las figuras 1A y 1B.

La figura 2A y la figura 2B ilustran esquemáticamente que la primera válvula 4 del primer conducto 3 se indica en negro, que corresponde a una posición cerrada de la válvula, mientras que la segunda válvula 9 del segundo conducto 8 se indica en blanco, que corresponde a una posición abierta, respectivamente. En ambos casos, la unidad modular 5 está conectada a atmósfera ambiente a través de un segundo conducto 8 y una segunda válvula 9.

La figura 2A ilustra esquemáticamente el flujo de gas desde la unidad modular 5 hacia la atmósfera ambiente. Este flujo está producido posiblemente por una sobrepresión en el interior de la unidad modular 5. Para equilibrar la diferencia de presión en el interior de la unidad modular 5 respecto a la presión en el exterior de la unidad modular 5, el gas fluye desde la unidad modular 5 hacia la atmósfera ambiente. El gas se expulsa de la unidad modular 5 y no fluye aire ambiente hacia la unidad modular 5.

La figura 2B ilustra esquemáticamente el flujo de gas desde la atmósfera ambiente hacia la unidad modular 5. El aire ambiente fluye hacia la unidad modular 5 sin pasar por la unidad de desecación 1. Esto está provocado posiblemente por una depresión en el interior de la unidad modular 5. Para equilibrar la diferencia de presión en el

interior de la unidad modular 5 respecto a la presión en el exterior de la unidad modular 5, el gas fluye desde la atmósfera ambiente hacia la unidad modular 5. Tal como se ha mencionado anteriormente, este procedimiento es particularmente útil cuando las condiciones climáticas indican que no existe riesgo de condensación en el interior del módulo 5. Por lo tanto, es posible limitar el uso de la función de secado de la unidad de desecación 1 a ciertas condiciones, en particular las condiciones climáticas con riesgo de condensación.

La figura 2C ilustra esquemáticamente el flujo de gas desde la unidad de desecación 1 hacia la unidad modular 5 a través del primer conducto 3 y la primera válvula 4. El aire seco de la unidad de desecación 1 se suministra a la unidad modular 5 para regular el nivel de humedad relativa en el interior de la unidad modular 5, en particular para evitar la condensación en la unidad en el interior de la unidad modular 5. Este flujo está producido posiblemente por una depresión en el interior de la unidad modular 5. Para equilibrar la diferencia de presión en el interior de la unidad modular 5 respecto a la presión en el exterior de la unidad modular 5, el gas fluye desde la unidad de desecación 1 hacia la unidad modular 5.

En una alternativa ilustrada en la figura 1C, tanto la primera válvula 4 del primer conducto 3 como la segunda válvula 9 del segundo conducto 8 pueden reemplazarse por una sola válvula de tipo válvula en L 20 situada en la intersección 10 del primer conducto 3 y el segundo conducto 8, lo que permite, en el caso indicado (la flecha negra indica la posición cerrada para la parte respectiva hacia la atmósfera ambiente), el flujo de gas desde la unidad modular 5 hacia la unidad de desecación 1 a través del primer conducto 3, bajo el control de la unidad de regulación 12. El uso de la válvula en L 20 no sólo permite una conexión de gas entre la unidad modular 5 y la unidad de desecación 1, así como entre la unidad modular 5 y la atmósfera ambiente, sino que puede establecerse también una conexión de gas entre la unidad de desecación 1 y la atmósfera ambiente, mientras que la entrada a la unidad modular 5 queda cerrada para el flujo de gas. Esto permitiría un fácil acceso para conectar una unidad de regeneración a la unidad de desecación 1, lo que reduciría costes fijos de instalación y esfuerzos para dicha acción de mantenimiento.

En una alternativa, la unidad modular 5 no está conectada a la atmósfera ambiente a través del segundo conducto 8 y una segunda válvula 9, sino a través de una abertura situada independientemente del primer conducto 3 en otra parte del módulo 2, con otra válvula 21 situada en esta abertura, tal como se muestra en la figura 1D donde se encuentra colocada en la unidad modular 5. Sin embargo, la invención no se limita a esto. Cuando se permite un flujo de gas entre el módulo 2 y la atmósfera ambiente, dicha válvula en la abertura de la unidad modular 5 está abierta, mientras que la primera válvula 4 del primer conducto 3 está cerrada, y viceversa. Esto tiene la ventaja de que puede mantenerse un modo de ventilación entre la unidad modular 5 y la atmósfera ambiente mientras se realiza el mantenimiento en la unidad de desecación 1 conectada.

En una alternativa, por lo menos una de las unidades modulares (5, 6, ...) puede comprender, además, una membrana antirretorno que permita evacuar cualquier posible presión en el interior del módulo hacia la atmósfera ambiente. Este elemento adicional tiene la ventaja adicional de que se conmuta o se dirige automáticamente y mantiene el principio de funcionamiento simple del dispositivo de regulación de humedad.

La figura 3 ilustra esquemáticamente el principio de funcionamiento de un dispositivo de regulación de humedad de acuerdo con realizaciones de la presente invención. Con referencia a las figuras 1A a 1D que muestran esquemáticamente un sensor 13 adaptado para medir valores físicos en el interior de la unidad modular 5 y un sensor 14 adaptado para medir valores físicos en el exterior del módulo 2, los valores físicos utilizados por la unidad de regulación 12 pueden ser la presión, la temperatura en el interior de la unidad modular 5 y en el exterior de la unidad modular 5, y la humedad relativa en el interior de la unidad modular 5. Sin embargo, la invención no se limita a un sensor o una unidad modular particular. P_{mod} denota la presión en el interior de la unidad modular 5, P_{out} denota la presión en el exterior de la unidad modular 5 correspondiente a la presión ambiente. T_{mod} y rH_{mod} se refieren a la temperatura y la humedad relativa en el interior del módulo, respectivamente. T_{dp} indica la temperatura del punto de rocío en el interior del módulo y puede determinarse a partir de los valores de T_{mod} y rH_{mod} . La temperatura del punto de rocío T_{dp} es la temperatura en grados en que parte del vapor de agua contenido en un volumen de aire pasa de forma gaseosa a forma líquida, lo que corresponde a condensación. T_{out} indica la temperatura en el exterior del módulo.

Tal como se ilustra esquemáticamente en la figura 3, los tres modos de operación diferentes del mecanismo de conmutación que se muestran en las respectivas figuras 2A-2C están asociados a diferentes condiciones en base a las mediciones de los diversos parámetros indicados anteriormente.

En particular, cuando la presión en el interior de la unidad modular 5 P_{mod} es mayor que la presión en el exterior de la unidad modular 5 P_{out} , es aplicable el modo de operación de la figura 2A. El gas fluye desde la unidad modular 5 a la atmósfera ambiente a través del segundo conducto 8 y la segunda válvula 9 se abre, pero esto también puede producirse a través de la membrana antirretorno del módulo adicional que se ha descrito anteriormente que permite

una evacuación de sobrepresión. La siguiente etapa consiste en una evaluación de la condición inicial de diferencia de presión en el interior y en el exterior de la unidad modular 5.

5 En el caso de que la presión, P_{out} , en el exterior de la unidad modular 5 sea mayor que la presión, P_{mod} , en el interior de la unidad modular 5, se implementa una segunda condición que depende de la comparación entre la temperatura, T_{out} , en el exterior de la unidad modular 5 y la temperatura del punto de rocío, T_{dp} , en el interior de la unidad modular 5. Tal como se ha mencionado anteriormente, a temperaturas por debajo del punto de rocío, generalmente se produce condensación. Para evitar el punto crítico de la temperatura del punto de rocío T_{dp} y la condensación en el interior del módulo, se implementa un umbral predeterminado de x °C, tal como se indica en la figura 3, preferiblemente 2 °C, en la segunda condición. Cuando la temperatura, T_{out} , en el exterior de la unidad modular 5 excede la temperatura del punto de rocío, T_{dp} , en el interior de la unidad modular 5 en un valor mayor que el umbral predeterminado, preferiblemente 2 °C, se aplica el modo el modo de funcionamiento de la figura 2B. El gas fluye desde la atmósfera ambiente a la unidad modular 5 a través del segundo conducto 8 y la segunda válvula 9 abierta. Sin embargo, cuando la temperatura, T_{out} , en el exterior de la unidad modular 5 se acerca a la temperatura del punto de rocío, T_{dp} , en el interior de la unidad modular 5 desde temperaturas más altas por debajo de un umbral predeterminado, preferiblemente a 2°C, se aplica el modo de funcionamiento de la figura 2C. El gas fluye desde la unidad de desecación 1 hacia la unidad modular 5 a través del primer conducto 3 y la primera válvula abierta 4, que suministra gas seco desde la unidad de desecación 1 hacia la unidad modular 5. En ambos casos, dependiendo de la segunda condición, la siguiente etapa consiste en una evaluación de la condición inicial de la diferencia de presión en el interior y en el exterior de la unidad modular 5.

Los diferentes modos de funcionamiento del mecanismo de conmutación dependen de la medición de los sensores descritos anteriormente. De manera no limitativa, cada unidad modular incluida en el módulo 2 puede tener su propio conjunto de sensores. La medición que tiene en cuenta la unidad de regulación 12 puede ser, por ejemplo, un valor local en el interior de una unidad modular específica o un valor promedio de todos los valores medidos de un conjunto de sensores en el interior de una unidad modular, pero también puede ser el valor promedio de todo el módulo 2.

En una alternativa, puede añadirse una tercera condición adicional que tenga en cuenta solamente el nivel de humedad relativa, rH_{out} , en el exterior del módulo. En particular, el modo de funcionamiento de la figura 2B sólo puede permitirse si la presión, P_{out} , en el exterior de la unidad modular 5 es mayor que la presión, P_{mod} , en el interior de la unidad modular 5, la temperatura, T_{out} , en el exterior de la unidad modular 5 excede la temperatura del punto de rocío, T_{dp} , en el interior de la unidad modular 5 por encima de un umbral de temperatura predeterminado, preferiblemente 2 °C, y el nivel de humedad relativa, rH_{out} , en el exterior del módulo está por debajo de un umbral de humedad predeterminado, preferiblemente un 70%. Esta condición adicional permite un flujo de gas desde la atmósfera ambiente a la unidad modular 5 no sólo en base a la temperatura del punto de rocío, T_{dp} , en el interior de la unidad modular 5, permitiendo sólo la entrada de aire relativamente seco desde el exterior y evitando, de este modo, la entrada de aire excesivamente húmedo de la atmósfera ambiente a la unidad modular 5. Esto tiene la ventaja de desvincular el parámetro de la humedad relativa del parámetro mixto de la temperatura del punto de rocío, proporcionando así una mayor flexibilidad. El modo de funcionamiento de la figura 2C se permitiría si la presión, P_{out} , en el exterior de la unidad modular 5 fuera mayor que la presión, P_{mod} , en el interior de la unidad modular 5, la temperatura, T_{out} , en el exterior de la unidad modular 5 excediera la temperatura del punto de rocío, T_{dp} , en el interior de la unidad modular 5 por encima de un umbral de temperatura predeterminado, preferiblemente 2 °C, y el nivel de humedad relativa, rH_{out} , en el exterior del módulo excediera un umbral de humedad predeterminado, preferiblemente un 70%. Incluso si prácticamente no se produce condensación en la unidad modular 5, el aire excesivamente húmedo no podría entrar en la unidad modular 5.

En realizaciones alternativas, el principio de funcionamiento del dispositivo de regulación de humedad se basa en la comparación de los valores físicos de un solo sensor, en una configuración similar, por ejemplo, a la de las figuras 1A a 1D, omitiendo el sensor 13 adaptado para medir valores físicos en relación con el interior del módulo, o bien el sensor 14 adaptado para medir valores físicos en relación con el exterior del módulo, a un umbral predeterminado, en particular para el modo de funcionamiento ilustrado esquemáticamente en las figuras 2B y 2C. En una alternativa, el modo de funcionamiento 2C se aplica al caso en que la temperatura en el interior o en el exterior del módulo, dependiendo de qué sensor 13, 14 se mantenga en su lugar, es mayor que el umbral de temperatura predeterminado. En otra alternativa, el modo de funcionamiento 2C se aplica al caso en que la humedad relativa en el interior o en el exterior del módulo, de acuerdo con el sensor 13, 14 instalado, está por debajo del umbral de humedad relativa predeterminado. En otra alternativa, el modo de funcionamiento 2C se aplica a una medición combinada de la temperatura y la humedad relativa, siendo la temperatura en el interior o en el exterior del módulo más baja que el umbral de temperatura predeterminado, y la humedad relativa en el interior o en el exterior del módulo es mayor que el umbral de humedad relativa predeterminado. Estas alternativas permiten proporcionar aire seco al módulo en base a la medición de un solo sensor, lo que simplifica la instalación y el mantenimiento del dispositivo de regulación de la humedad y el módulo. Los umbrales predeterminados de temperatura y humedad relativa pueden derivarse, por ejemplo, de los datos de temperatura y humedad relativa ya registrados para la

- ubicación geográfica específica de la instalación fotovoltaica. Tal como ya se ha indicado anteriormente en la descripción, la temperatura del punto de rocío se deriva de tales mediciones combinadas de temperatura y humedad relativa, y para temperaturas por debajo de esta temperatura del punto de rocío puede producirse condensación. Una posible manera de identificar los umbrales de temperatura y humedad relativa se basa, por lo tanto, en el conjunto de puntos de datos combinados de temperatura y humedad relativa, por ejemplo, durante el año, lo que resulta en un mapeo de la temperatura del punto de rocío. Podría permitirse, por lo tanto, el flujo de gas entre la unidad de desecación 1 y el módulo 2 si la temperatura en el interior o en el exterior del módulo fuera menor que dicho umbral derivado y, por lo tanto, predeterminado. El mismo razonamiento puede aplicarse teniendo en cuenta sólo los valores de humedad relativa, derivando un valor de umbral para la humedad relativa en base al mapeo de la temperatura del punto de rocío teniendo en cuenta la temperatura mínima para cada punto, lo que da lugar a un mapeo de valores máximos de humedad relativa. Los umbrales en base a las mediciones combinadas de temperatura y humedad relativa pueden ajustarse de manera más precisa y, por lo tanto, los umbrales pueden evaluarse en un rango más estrecho que umbrales basados únicamente en temperatura y humedad relativa. Esto puede ser particularmente interesante, por ejemplo, en casos en que la variación anual de uno de los dos valores de temperatura y humedad relativa es insignificante, tal como en el caso de países cercanos al ecuador. Además, los datos de temperatura y humedad relativa también pueden incluir variaciones anuales o estacionales, pero también incluso diarias de los parámetros medidos. Por lo tanto, el dispositivo de regulación de humedad podría incluso adaptar y modificar valores umbral a lo largo del año para optimizar la eficiencia del sistema, ya que las condiciones críticas pueden diferir, por ejemplo, durante las diferentes estaciones.
- Todas las realizaciones que se han descrito anteriormente no pretenden limitar la invención, sino servir de ejemplos que ilustran características y ventajas de la invención. Se entiende que algunas o todas las características descritas anteriormente pueden combinarse de diferentes maneras.
- A pesar de como se ha ilustrado en las figuras 1A a 1D, el dispositivo de la presente invención puede comprender varias unidades de desecación.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para regular el nivel de humedad relativa en un módulo CPV (2) que puede comprender por lo menos una unidad modular (5, 6, ...), comprendiendo el dispositivo una unidad de desecación (1) conectable al módulo (2) a través de un conducto (3), y a la atmósfera ambiente, estando caracterizado el dispositivo por el hecho de que comprende un mecanismo de conmutación (4, 9) que es accionado por una unidad de regulación (12) en base a parámetros termodinámicos directamente relacionados con condensación, permitiendo que un flujo de gas entre en el módulo (2) desde la unidad de desecación (1) o bien a atmósfera ambiente.
- 10 2. Dispositivo de regulación de humedad de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la unidad de regulación (12) comprende por lo menos un sensor (13) adaptado para medir valores físicos relacionados con el interior del módulo de CPV (2) o por lo menos un sensor (14) adaptado para medir valores físicos relacionados con el exterior del módulo CPV (2), y en el que la unidad de regulación (12) registra y compara las mediciones con umbrales predeterminados para activar el mecanismo de conmutación (4, 9).
- 15 3. Dispositivo de regulación de humedad de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la unidad de regulación (12) comprende por lo menos un sensor (13) adaptado para medir valores físicos relacionados con el interior del módulo CPV (2) y por lo menos un sensor (14) adaptado para medir valores físicos relacionados con el exterior del módulo CPV (2), y en el que la unidad de regulación (12) registra y compara sus mediciones para activar el mecanismo de conmutación (4, 9) .
- 20 4. Dispositivo de regulación de humedad de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 2 y 3, en el cual los valores físicos pueden ser, respectivamente, la temperatura, humedad relativa, y presión, en el interior y/o en el exterior del módulo CPV (2).
- 25 5. Dispositivo de regulación de humedad de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el cual el módulo (2) está conectado a la atmósfera ambiente a través de un segundo conducto (8) conectado a dicho primer conducto en una intersección (10), comprendiendo el mecanismo de conmutación (4, 9) una primera válvula (4) situada en el primer conducto (3) entre la unidad de desecación (1) y la intersección (10), y comprendiendo una segunda válvula (9) situada en el segundo conducto (8) entre la intersección (10) y la atmósfera ambiente.
- 30 6. Dispositivo de regulación de humedad de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1 a 4, en el cual el módulo (2) está conectado a la atmósfera ambiente a través de un segundo conducto (8) conectado al primer conducto (3) en una intersección (10), comprendiendo el mecanismo de conmutación una válvula en L (20) situada en la intersección (10).
- 35 7. Dispositivo de regulación de humedad de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1 a 4, en el cual el módulo (2) está conectado a la atmósfera ambiente a través de una abertura en el módulo, comprendiendo el mecanismo de conmutación unas válvulas (4, 21) situadas en el primer conducto (3) y la abertura.
- 40 8. Dispositivo de regulación de humedad de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 5 a 7, que comprende, además, una membrana antirretorno situada en por lo menos una unidad modular (5, 6, ...) capaz de evacuar una sobrepresión desde el interior del módulo (2) a atmósfera ambiente.
- 45 9. Dispositivo de regulación de humedad de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 2 y 4 a 8, en el cual se permite el flujo de gas entre el módulo (2) y la unidad de desecación (1) cuando la unidad de regulación (12) registra una presión en el módulo (2) inferior a la presión en el exterior del módulo (2), y la temperatura en el interior o en el exterior del módulo (2) está por debajo del umbral de temperatura predeterminado, y/o la humedad relativa en el interior o en el exterior del módulo (2) es mayor que el umbral de humedad relativa predeterminado.
- 50 10. Dispositivo de regulación de humedad según una de las reivindicaciones anteriores 2 y 4 a 8, en el cual se permite el flujo de gas entre el módulo (2) y la atmósfera ambiente cuando la unidad de regulación (12) registra una presión en el módulo (2) inferior a la presión en el exterior del módulo (2) y la temperatura en el interior o en el exterior del módulo (2) es mayor que el umbral de temperatura predeterminado, y/o la humedad relativa en el interior o en el exterior del módulo (2) es inferior al umbral de humedad relativa predeterminado.
- 55 11. Dispositivo de regulación de humedad según una de las reivindicaciones anteriores 3 a 8, en el cual se permite el flujo de gas entre el módulo (2) y la unidad de desecación (1) cuando la unidad de regulación (12) registra una presión en el módulo (2) inferior a la presión en el exterior del módulo (2) y una temperatura en el exterior del módulo (2) que se aproxima a la temperatura del punto de rocío en el interior del módulo (2), calculándose el punto de rocío a partir de la medición de la temperatura y la humedad relativa en el interior del módulo (2), a partir de temperaturas más altas por menos que un umbral predeterminado, preferiblemente 2 °C.
- 60

- 5 12. Dispositivo de regulación de humedad de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 3 a 8, en el cual se permite el flujo de gas entre el módulo (2) y la atmósfera ambiente cuando la unidad de regulación (12) registra una presión en el módulo (2) inferior a la presión en el exterior del módulo (2) y la temperatura en el exterior excede la temperatura del punto de rocío en el interior del módulo (2), calculándose el punto de rocío a partir de la medición de la temperatura y la humedad relativa en el interior del módulo (2), por más de un umbral predeterminado, preferiblemente 2 °C.
- 10 13. Dispositivo de regulación de humedad de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 3 a 8, en el cual se permite el flujo de gas entre el módulo (2) y la unidad de desecación (1) cuando la unidad de regulación (12) registra una presión en el módulo (2) inferior a la presión en el exterior del módulo (2), y la temperatura en el exterior excede la temperatura del punto de rocío en el interior del módulo (2), calculándose el punto de rocío a partir de la medición de la temperatura y la humedad relativa en el interior del módulo (2), por más de un umbral predeterminado, preferiblemente 2 °C, y el nivel de humedad relativa en el exterior del módulo (2) excede un umbral predeterminado, preferiblemente un 70%.
- 15 14. Dispositivo de regulación de humedad de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 3 a 8, en el cual se permite el flujo de gas entre el módulo (2) y la atmósfera ambiente cuando la unidad de regulación (12) registra una presión en el módulo (2) inferior a la presión en el exterior del módulo (2), y la temperatura en el exterior excede la temperatura del punto de rocío en el interior del módulo (2), calculándose el punto de rocío a partir de la medición de la temperatura y la humedad relativa en el interior del módulo (2), por menos de un umbral predeterminado, preferiblemente 2 °C, y el nivel de humedad relativa en el exterior del módulo (2) es inferior a un umbral predeterminado, preferiblemente un 70%.
- 20 15. Proceso de regulación de humedad utilizando el dispositivo de regulación de humedad de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1 a 14.
- 25

Fig. 1A

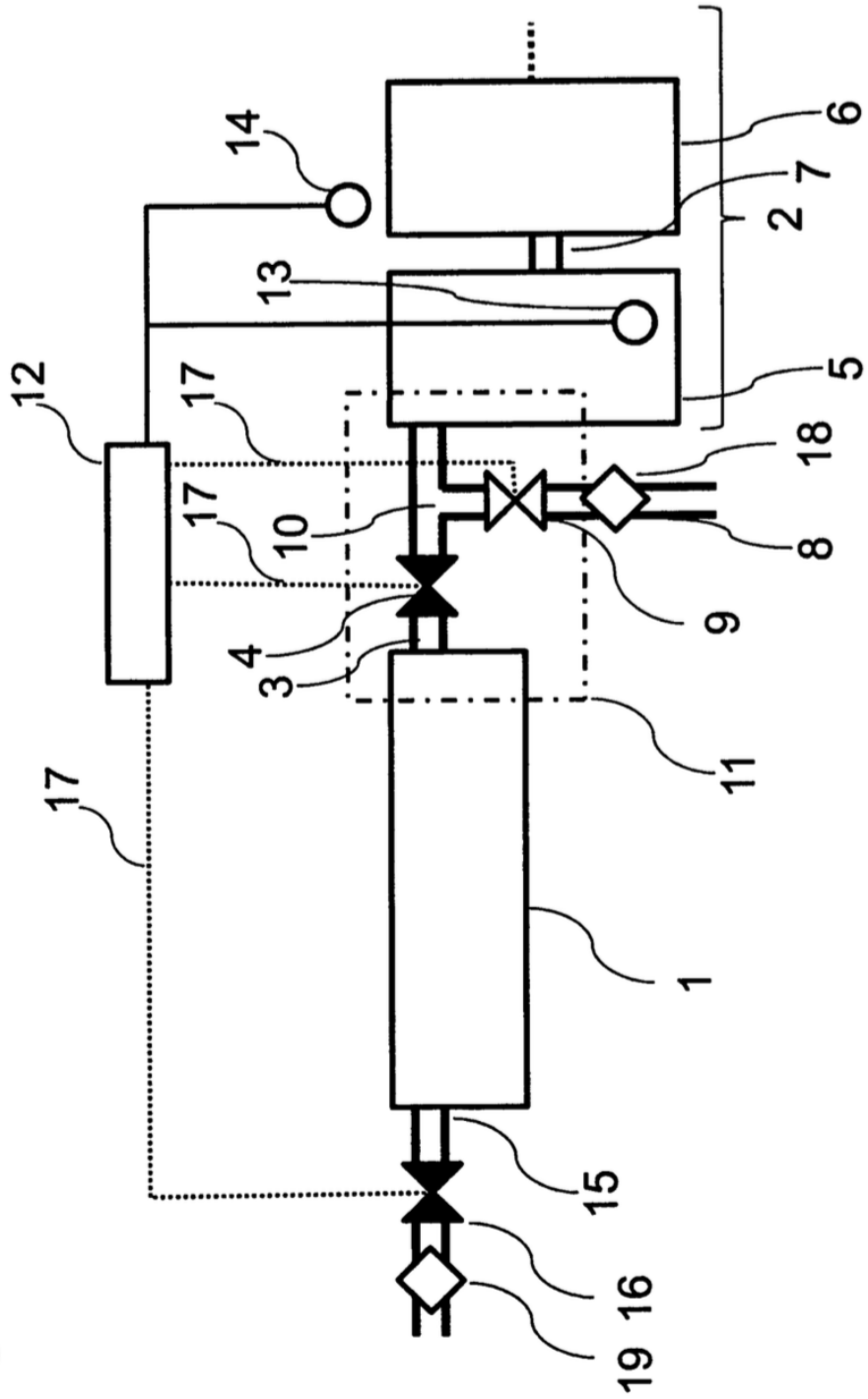


Fig. 1B

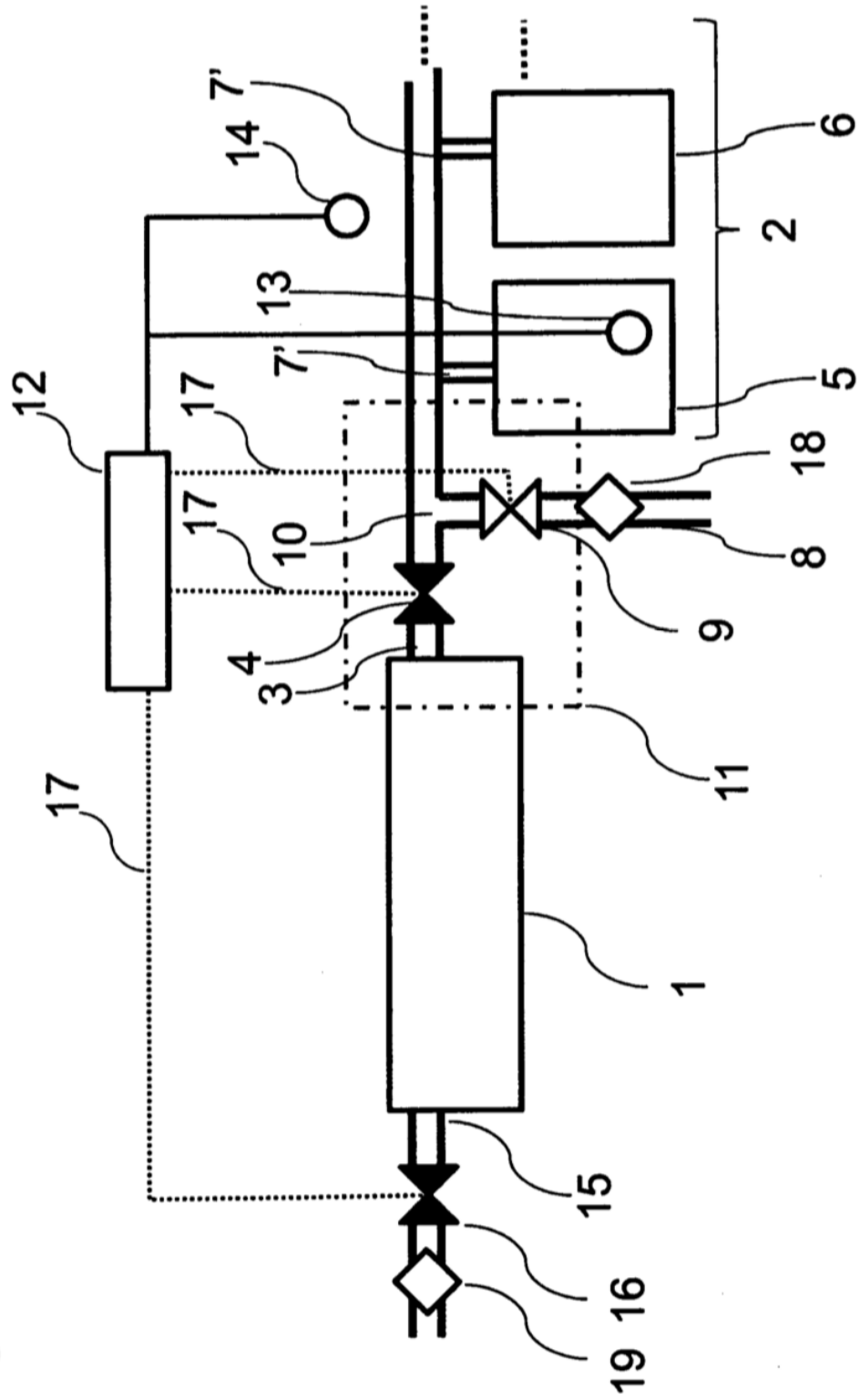


Fig. 1C

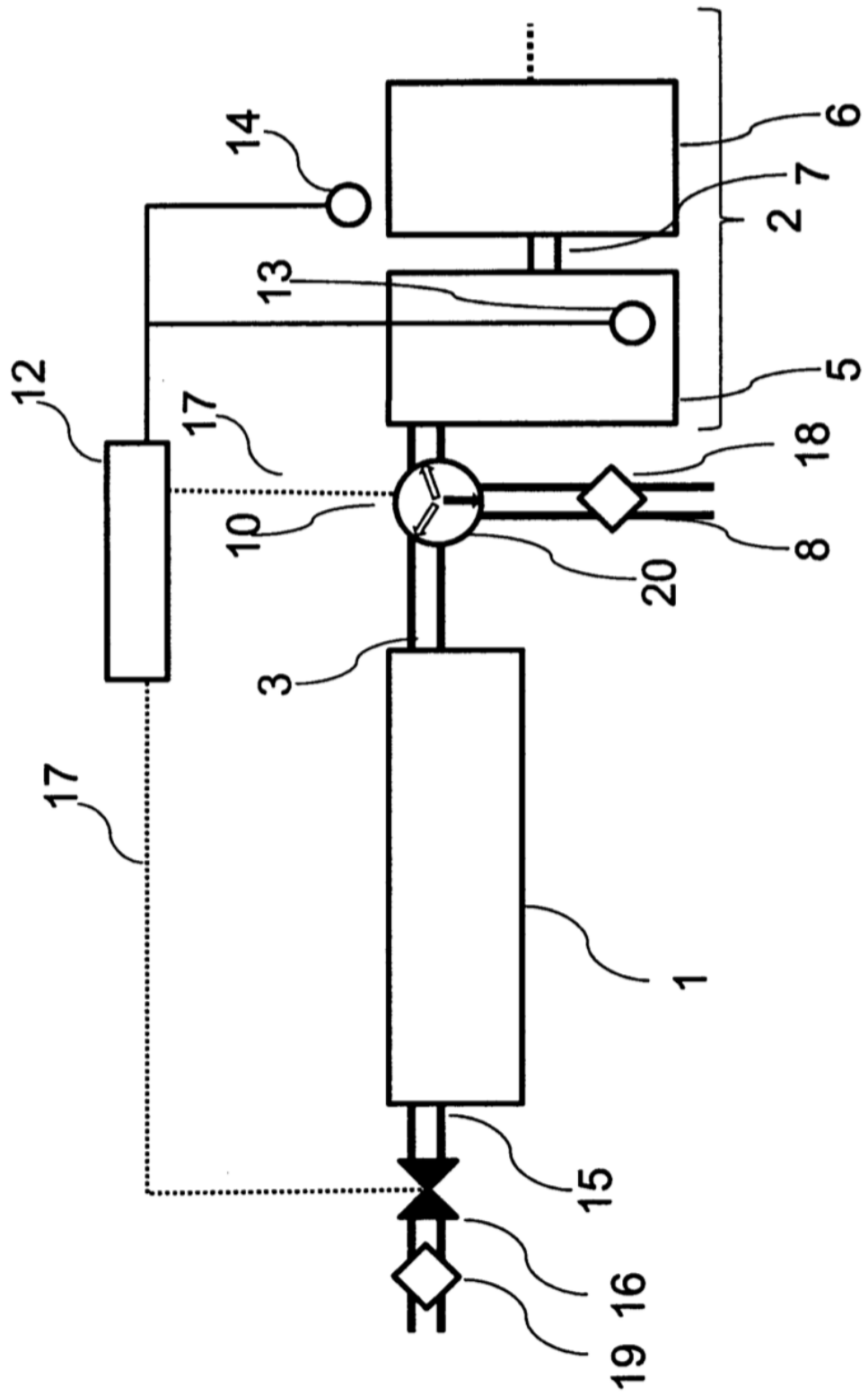


Fig. 1D

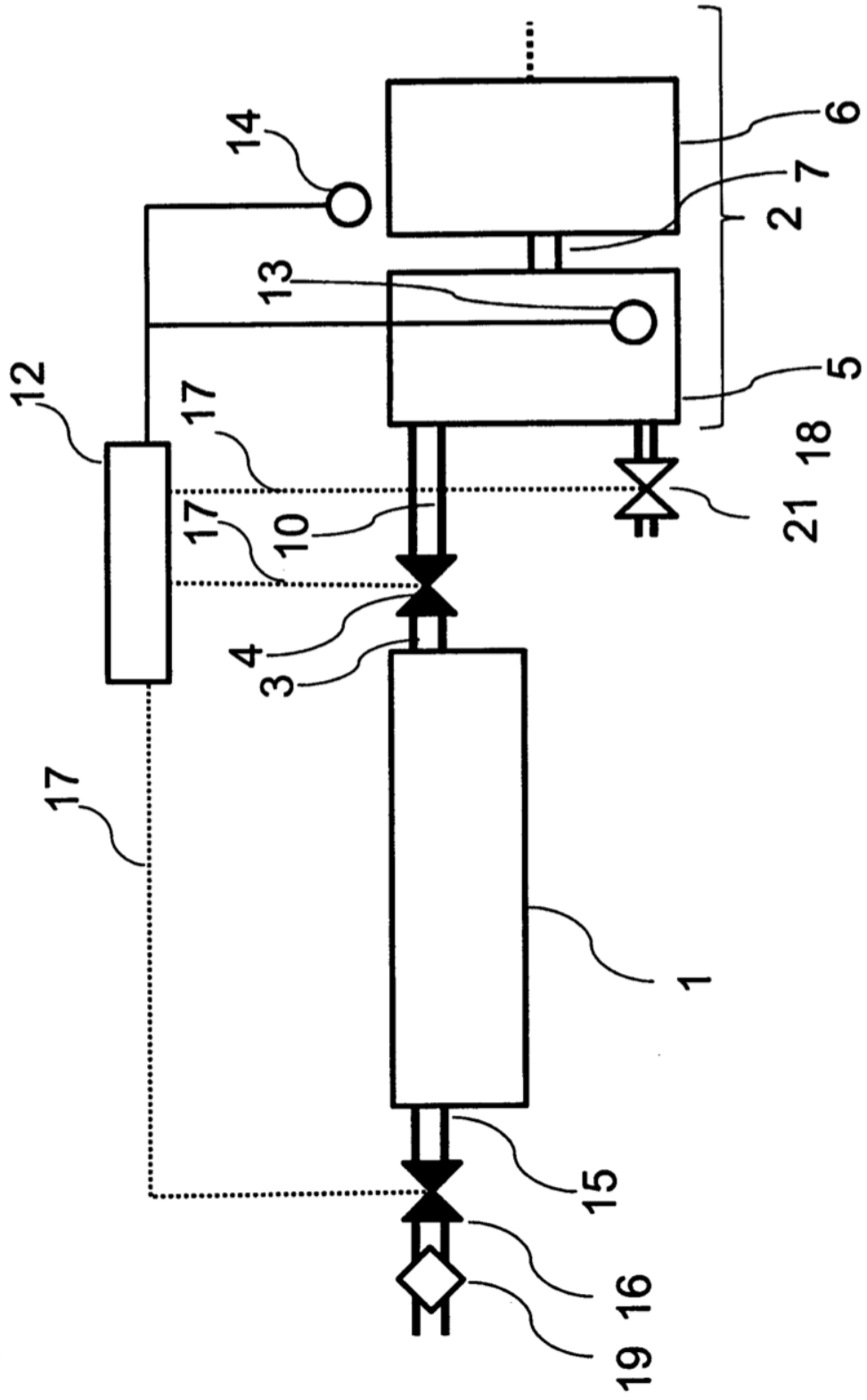


Fig. 2A

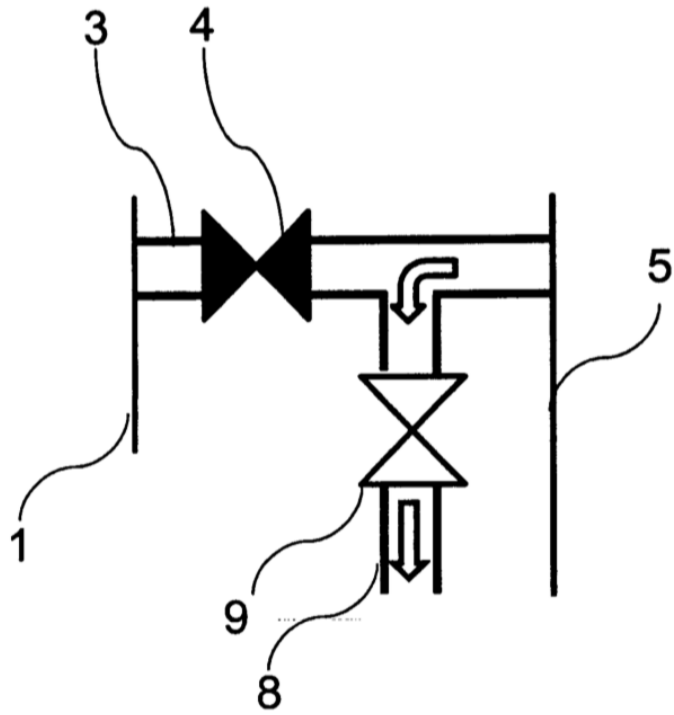


Fig. 2B

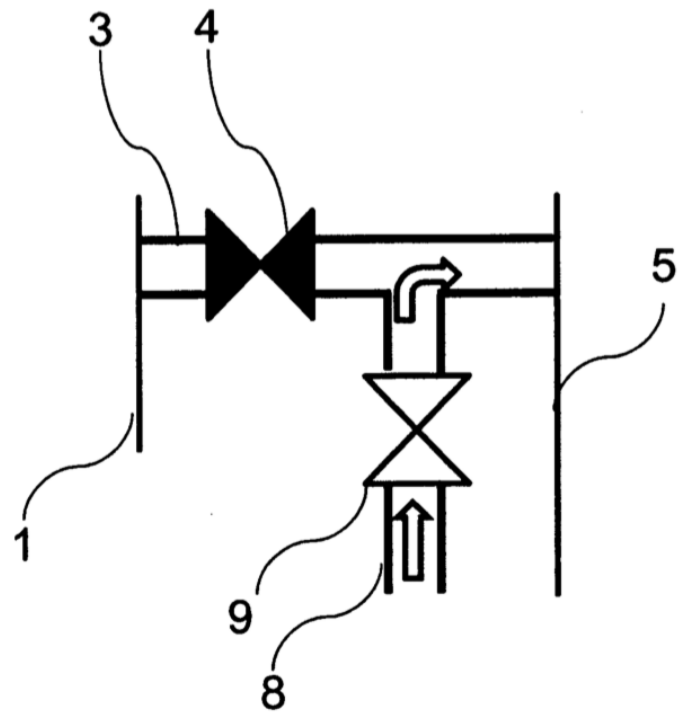


Fig. 2C

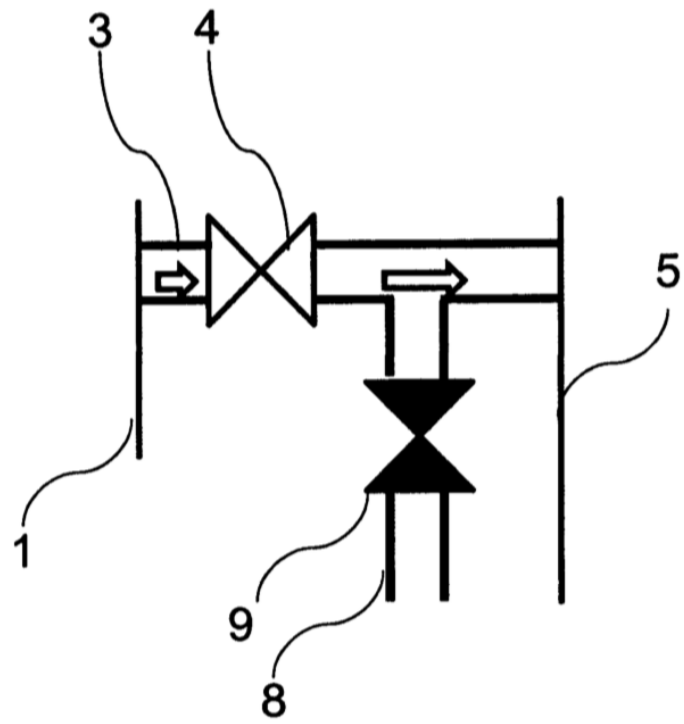


Fig. 3

