

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 108**

51 Int. Cl.:

F24F 11/30 (2008.01)

F24F 11/62 (2008.01)

F24F 3/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.04.2010 PCT/IN2010/000284**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.11.2010 WO10128522**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2010 E 10734339 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019 EP 2427698**

54 Título: **Sistema y procedimiento de control de unidad desecante**

30 Prioridad:

04.05.2009 US 175119 P
05.05.2009 IN 920DE2009

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.03.2020

73 Titular/es:

BRY-AIR (ASIA) PVT. LTD. (100.0%)
20, Rajpur Road
Delhi 110 054, IN

72 Inventor/es:

PAHWA, DEEPAK;
SACHDEV, RAJAN y
GRIFFITHS, WILLIAM, CHARLES

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 751 108 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento de control de unidad desecante.

5 La presente invención se refiere en general a sistemas y procedimientos de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), así como a sistemas y procedimientos de secado de procesos y, más específicamente, a sistemas de aire acondicionado o de deshumidificación o de secado que incorporan una rueda de desecante activada térmicamente. La presente invención asimismo proporciona un procedimiento mejorado para la
10 conservación/reducción de la energía consumida durante el funcionamiento de dichos sistemas que utilizan ruedas de desecante.

15 Las ruedas de desecante y las ruedas de recuperación de energía son los dos tipos de ruedas utilizadas en HVAC, o para acondicionar aire de proceso. Las ruedas de desecante se utilizan para transferir humedad de una corriente de aire a otra. Las ruedas de desecante son de los dos tipos distintivos: ruedas de desecante "activas" y ruedas de desecante "pasivas".

20 Las ruedas de desecante "activas" utilizan una fuente de calor externa para calentar una de las corrientes de aire, para reactivar/regenerar una parte de la rueda. Dichas ruedas de desecante "activas" generalmente se han utilizado para aplicaciones industriales que requieren alta eliminación de humedad, pero se usan cada vez más en aplicaciones comerciales de HVAC. Se dan a conocer ejemplos de dichas ruedas y sistemas desecantes activos en varias patentes, por ejemplo las patentes nº 6.311.511, nº 5.551.245 y nº 5.816.065.

25 Las ruedas de desecante "pasivas" no utilizan una fuente de calor externa y dependen de la diferencia de humedad relativa entre dos o más corrientes de aire para impulsar la transferencia de humedad entre las corrientes de aire. Se dan a conocer ejemplos de sistemas de ruedas de desecante "pasivas" y su funcionamiento en las patentes US nº 6.237.354 y nº 6.199.388. Dado que los sistemas de ruedas de desecante activados térmicamente utilizan una cantidad considerable de energía térmica (vapor, electricidad, gas, etc.) para reactivar o regenerar la rueda, en el pasado se adoptaron varios procedimientos con el propósito de minimizar el uso de energía de reactivación con varios
30 procedimientos de control y/o con el uso de componentes adicionales. Algunos procedimientos como los dispositivos de recuperación de calor para transferir energía térmica del aire de proceso al aire de entrada de reactivación, o para transferir calor de la salida de aire de reactivación a la entrada de aire de reactivación, han dado como resultado unos "costes adicionales" excesivos.

35 La deshumidificación es un proceso de eliminación de humedad del aire. Existen varios procedimientos conocidos para deshumidificar el aire. Sin embargo, los dos procedimientos utilizados comúnmente usan refrigeración y desecantes. En caso de deshumidificación con refrigeración, se hace que la humedad se condense sobre un serpentín de enfriamiento, eliminando así la humedad de una corriente de aire que pasa por dicho serpentín de enfriamiento. En caso de deshumidificación con desecantes, el proceso utilizado es de absorción o adsorción. En la absorción, se utilizan desecantes líquidos o sólidos, típicamente sales o soluciones de haluro. Para la adsorción, se utilizan
40 desecantes sólidos como gel de sílice, alúmina activada, tamiz molecular, etc.

45 Los sistemas de deshumidificadores basados en desecante pueden ser, bien de torre múltiple, de tipo cíclico, o de tipo de giro continuo. El aire que se debe secar generalmente se denomina aire de proceso y el aire utilizado para regenerar el desecante se denomina aire de regeneración o reactivación.

50 En la práctica, los sistemas de deshumidificación con base en refrigeración se encuentran limitados a la humedad que pueden eliminar porque, para conseguir humedades del punto de rocío por debajo del punto de congelación, se acumula escarcha en el serpentín en espiral, lo que hace que el sistema sea más complejo y que, a menudo, presente la necesidad de recalentar.

55 Por otra parte, los sistemas de deshumidificador con desecante funcionan de forma independiente con respecto al punto de rocío del aire y, por lo tanto, pueden conseguir humedades de punto de rocío muy bajas, necesarias para muchas aplicaciones industriales. Los ejemplos comunes de uso conocidos son las áreas farmacéuticas para la producción de medicamentos y las áreas de procesado de alimentos, que requieren humedades relativas o humedades del punto de rocío inferiores a las que se pueden conseguir técnica o económicamente solo mediante la refrigeración.

60 Además, comúnmente se utilizan sistemas híbridos que emplean tanto unidades de refrigeración como desecantes y estos ayudan a reducir el uso de energía y proporcionan un funcionamiento sencillo y fiable de la totalidad del sistema de deshumidificación.

65 En comparación con las unidades de deshumidificación del tipo de refrigeración, los deshumidificadores con desecante generalmente usan más energía térmica, principalmente para la regeneración o reactivación del desecante. En consecuencia, a lo largo de los años, se han llevado a cabo varios desarrollos, en la configuración física del equipo desecante y en las estrategias de control para la capacidad y el control de energía del sistema deshumidificador con desecante, para minimizar su uso de energía.

5 Las unidades deshumidificadoras desecantes, para deshumidificar/secar el aire a presión atmosférica, en la actualidad son, generalmente, del tipo giratorio, en el que el desecante está contenido en un lecho giratorio (o rueda). La rueda se mueve de forma continua o intermitente, típicamente, por dos compartimentos (o sectores), uno para el proceso y el otro para la regeneración. En el sector de proceso, el aire que se va a deshumidificar (generalmente denominado aire de proceso) se pasa a través de la rueda y se seca por contacto con el desecante. En el sector de regeneración, el aire generalmente entra desde la atmósfera, pasa por una fuente de calor, lo que eleva la temperatura del aire de reactivación y, a continuación, pasa por la parte restante de la rueda, denominada sector de reactivación o regeneración, calentando la rueda y expulsando el agua. Típicamente, el sector de proceso varía entre 50 % y 80 % del área total del lecho/rueda, aunque podría ser más o menos, el resto es el sector de reactivación.

15 A menudo, se añade otro sector entre el sector proceso y de regeneración, y se conoce como el sector de purga. Se hace pasar una tercera corriente de aire (generalmente denominada aire de purga) a través del sector de purga, y se utiliza como una parte del aire de regeneración. La incorporación del sector de purga ayuda a recuperar un poco de calor residual de la rueda giratoria antes de que entre al sector de proceso, reduciendo así el requisito de energía total para la regeneración, así como mejorando la humedad total eliminada por la rueda.

20 En las unidades deshumidificadoras desecantes típicas, el caudal de aire de proceso y el caudal de reactivación generalmente son fijos y se establecen o regulan con la ayuda de deflectores manuales o automáticos.

25 En el diseño de un sistema deshumidificador típico para controlar la humedad en un espacio determinado, el flujo de aire necesario para controlar la temperatura de dicho espacio a menudo puede ser mayor que la cantidad de aire deshumidificado necesario para controlar la humedad del espacio. En tales casos, una parte del aire de proceso generalmente se desvía alrededor de la unidad deshumidificadora y, a continuación, se combina con el aire que sale de una unidad deshumidificadora y, seguidamente, el aire combinado se enfría (o calienta) para su suministro posterior al espacio controlado.

30 Como los sistemas de deshumidificador con desecante utilizan inherentemente una cantidad significativa de energía térmica para la regeneración, se han llevado a cabo esfuerzos para encontrar formas y medios para reducir la cantidad de calor utilizado por el sistema.

Un sistema y procedimiento típico y bien conocido utilizado es el control de la temperatura de calentamiento del aire de regeneración antes de que entre en el sector de reactivación de la rueda.

35 Otro procedimiento bien conocido es el control de la cantidad de entrada de calor de regeneración controlando la temperatura del aire que sale del sector de reactivación.

40 Dependiendo del tipo y la cantidad de humedad relativa y del control del punto de rocío, cuando se satisfaga el acondicionamiento del espacio o del aire, la estrategia de control puede emplear el inicio/parada del deshumidificador. De manera similar, se pueden utilizar deflectores automáticos para variar de forma continua la cantidad de aire que se desvía de la unidad deshumidificadora para cumplir con las necesidades de funcionamiento y de diseño.

45 La correlación del área de proceso y de sector de reactivación, la velocidad rotacional de la rueda, el proceso relativo y las velocidades y caudales del flujo de aire de reactivación por los dos sectores se han documentado en la última década en Japón, India y en los Estados Unidos, lo que ha dado como resultado herramientas de modelado matemático sólidas que se utilizan regularmente para el diseño, la selección y la incorporación de una rueda de desecante, de forma finita, en una unidad deshumidificadora. Dichas herramientas se utilizan regularmente para optimizar un sistema de deshumidificación en la etapa de diseño y construcción.

50 Uno de estos estudios y desarrollos de un modelado matemático se detalla en un documento "Modeling of Rotary Desiccant Wheels" de Harshe, Utikar, Ranade y Pahwa, en 2005.

55 En el caso de unidades deshumidificadoras desecantes giratorias, se sabe que se puede optimizar el rendimiento del equipo en la etapa de diseño y construcción utilizando una herramienta de modelado matemático para seleccionar un porcentaje particular como sector de reactivación, así como los caudales del proceso y de reactivación, además de una velocidad rotacional del lecho determinada. En dichos casos, bajo cargas parciales y carga de humedad que cambia instantáneamente, se consigue el control de la capacidad del deshumidificador utilizando las estrategias de control tradicionales descritas anteriormente, algunas de ellas, bien conocidas y bien documentadas por ejemplo, en el manual de diseño de Bry Air y en el manual de diseño de Munters.

60 Con los procedimientos tradicionales y conocidos de control de capacidad del deshumidificador, durante el funcionamiento de dichos sistemas deshumidificadores, la reducción del uso de energía de regeneración es limitada.

65 Todo lo anterior no consigue la reducción de energía máxima deseable, o en gran medida correspondiente, con los cambios en la carga instantánea de humedad.

A continuación se proporcionan varios ejemplos de las técnicas anteriores utilizadas para reducir la energía de regeneración y/o para regular la velocidad de la rueda de desecante al mismo tiempo que se optimiza la capacidad del deshumidificador.

5 La patente US nº 4.546.442 enseña un sistema de control programable con base en microordenador para secadores de aire desecantes de lecho fijo y de lecho múltiple que se utilizan comúnmente para deshumidificar aire comprimido u otros gases comprimidos. El sistema de control se usa para supervisar el nivel de humedad en el desecante y determinar si se requiere un ciclo de regeneración, y asimismo para supervisar la despresurización y la represurización completas del lecho de regeneración y, además, se utiliza para analizar e indicar el mal funcionamiento de la válvula.
10 La aplicación de la invención se limita a un sistema de aire comprimido.

La patente US nº 4.729.774 enseña el perfil de la temperatura del aire en el sector de regeneración para mejorar el rendimiento del deshumidificador.

15 La patente US nº 4.887.438 enseña un sistema de aire acondicionado ayudado con desecante para proporcionar aire de suministro refrigerado deshumidificado en un espacio acondicionado y con el retorno del mismo dividido entre aire de recirculación y aire de alivio de escape empleado para eliminar el calor resultante de la deshumidificación y que utiliza calor residual de la refrigeración para la regeneración del desecante.

20 La patente US nº 4.926.618 enseña una unidad desecante provista de medios de recirculación de aire de reactivación que se pueden controlar y medios de velocidad de rueda variables. La humedad del aire de proceso se controla mediante un controlador principal que modula la velocidad de la rueda, el caudal de recirculación de aire de reactivación y la entrada de calor de reactivación. Los caudales de flujo de aire de proceso y de reactivación por la rueda son fijos, y se controla el calentador de aire de reactivación para mantener una temperatura de aire de reactivación que sale de la rueda constante.
25

La patente US nº 5.148.374 enseña un sistema y un procedimiento para el control informático a tiempo real de sistemas de transferencia de energía y masa con sorbentes de múltiples ruedas mediante la optimización de las razones de transferencia de masa calculadas y las medidas de la efectividad del sistema que no están sujetas a constantes grandes de tiempo de sistema. El procedimiento se basa en detectar a intervalos predeterminados un conjunto predeterminado de parámetros seleccionados entre el grupo de temperatura de entrada de la rueda y temperatura de salida de la rueda, etc., con el fin de enviar una señal de control a uno predeterminado de un grupo de medios de control que incluye controlar la temperatura del flujo de fluido. El objetivo del procedimiento de control es mejorar la respuesta del dispositivo controlado a un cambio rápido en la carga sin provocar un funcionamiento inestable del dispositivo y las fluctuaciones resultantes de la variable controlada.
30
35

La patente US nº 5.688.305 enseña un aparato y un procedimiento de regeneración de control de regeneración para un sistema de deshumidificación desecante en el que se controla el flujo de aire de reactivación para mantener una temperatura de aire de descarga de reactivación constante y se controla la temperatura de entrada de aire de reactivación a un valor fijo. El tiempo de permanencia del desecante en la reactivación asimismo se controla en proporción inversa al flujo de aire de reactivación. El objetivo del presente documento es reducir la sobregeneración de desecante en condiciones de carga parcial, mejorando así la eficiencia de funcionamiento del deshumidificador con desecante. La aplicación mencionada es para secar material granular en un contenedor o tolva utilizando una corriente de aire recirculada deshumidificada, cuando el flujo de material granular a través del contenedor pueda tener lugar en lotes o a una velocidad variable.
40
45

El documento US nº 6.199.388 B1 enseña un sistema y un procedimiento para controlar el nivel de temperatura y humedad de un espacio controlado, y se lleva a cabo principalmente en una combinación de una rueda de entalpía, asimismo conocida como rueda de recuperación de energía, un serpentín de enfriamiento y una rueda de deshumidificación desecante "pasiva" que no utiliza ningún calor térmico o entrada de energía externo para la reactivación. Además, enseña un medio para cambiar el rendimiento de una rueda de desecante "pasiva" mediante el cambio en la velocidad rotacional en respuesta a las cargas sensibles y latentes en el espacio controlado. Se describe el control de la velocidad de la rueda de desecante y el propósito de controlar la capacidad de deshumidificación de la rueda "pasiva" en lugar de optimizar la eficiencia energética del proceso de deshumidificación. No enseña el uso de la orientación del aire de proceso y los deflectores de desviación para controlar la capacidad de la rueda de deshumidificación. Tanto los flujos de aire de suministro (proceso) como de escape (reactivación) se mantienen a un valor constante en todas las condiciones de carga.
50
55

El documento US nº 6.355.091 B1 enseña un sistema de ventilación y deshumidificación unitario para suministrar aire de ventilación exterior a un espacio acondicionado. La unidad incluye una rueda de desecante que gira a una velocidad baja para obtener más deshumidificación y a una velocidad elevada para obtener una mayor recuperación de calor. Se puede agregar calor al aire de escape del espacio aguas arriba de la rueda de desecante para mejorar su rendimiento de deshumidificación y para evitar la formación de escarcha durante el funcionamiento de invierno. Tanto los flujos de aire de suministro como los de escape son fijos, no se utilizan deflectores de desviación y la regulación de la velocidad del rotor se lleva a cabo para seleccionar el modo de funcionamiento y no para mejorar la eficiencia.
60
65

El documento US nº 6.767.390 B2 enseña un procedimiento para controlar el rendimiento de un secador desecante de lecho fijo y de lecho múltiple para aplicaciones de aire comprimido y de gas comprimido y para optimizar los ciclos de regeneración y purga para suministrar el gas en el punto de rocío deseado. El campo de aplicación previsto es aire comprimido para su uso en dispositivos.

5 El documento US nº 7.017.356 B2 enseña acerca de un sistema HVAC para enfriar y deshumidificar espacios acondicionados para confort que incluye una rueda de desecante en una disposición de deshumidificación pasiva, en la que la velocidad de la rueda varía con el flujo de aire, y la rueda funciona durante por lo menos un período establecido durante el arranque para evitar una avalancha de aire húmedo en el espacio acondicionado. Esta patente
10 asimismo enseña el uso de un dispositivo pasivo de recuperación sensible y de un serpentín de enfriamiento para preacondicionar el aire exterior antes de que se mezcle con el aire de retorno del espacio acondicionado.

15 El documento US nº 7.101.414 B enseña un procedimiento para reducir una concentración de sorbente para una corriente de fluido de proceso que utiliza un sistema de lecho de sorción que incluye material que gira por una pluralidad de zonas, además de las zonas tradicionales de proceso y regeneración, de modo que se utilizan uno o dos pares de corrientes de fluido recirculadas independientes, distintas de las corrientes de flujo de proceso y regeneración, para aislar las corrientes de flujo de proceso y de regeneración entre sí. El objetivo de dicho aislamiento puede ser evitar fugas cruzadas de aire entre las zonas de proceso y de reactivación, la permeabilidad de sorbato a través del lecho de sorción o la formación de condensación o escarcha en el lecho de sorción.

20 El documento US nº 7.338.548 B2 enseña el uso de un aparato y un procedimiento de control para acondicionar la humedad y la temperatura en una corriente de aire de proceso desde un deshumidificador con desecante, en el que se usa una parte del aire de descarga de proceso para precalentar el aire de regeneración mediante el uso de un intercambiador de calor aire-aire. El campo de aplicación de la invención es el secado de estructuras y la reparación de daños por agua.
25

30 El documento US 7.389.646 B2 es una solicitud divisional de trabajos anteriores y es similar al documento 7.017.356 B2 del mismo inventor. Asimismo se concibe para enfriar y deshumidificar espacios acondicionados para confort y enseña un sistema HVAC que incluye una rueda de desecante pasiva, en la que la velocidad varía con el flujo de aire y se basa en que la rueda se energice durante por lo menos un período establecido, en el arranque, y utiliza un sistema de recuperación de calor aguas arriba de la rueda para mejorar la capacidad del sistema para deshumidificar el aire.

El documento JP 2008307508 A da a conocer un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

35 La mayor parte de las estrategias de control de la técnica anterior han tenido un éxito parcial en lo que respecta a la limitación y la reducción del uso de energía de reactivación, no correspondiente con la carga de humedad reducida en condiciones de carga parcial.

40 Además, durante el uso y la aplicación de la rueda y del sistema desecante, generalmente tiene lugar un cambio considerable en las cargas instantáneas de humedad, en el aire nuevo, si es necesario tratarlo, y en las cargas latentes internas en el espacio donde se debe controlar la humedad, en base a los cambios de temperatura y humedad exterior y de las cargas de producto y de ocupación.

45 Por lo tanto, existe la necesidad de un procedimiento de control, junto con los componentes relacionados necesarios, que reduzca sustancialmente el uso de energía de reactivación y que responda no solo a los cambios en la carga de humedad dinámica/instantánea, sino que asimismo permita simultáneamente la optimización del uso de energía en la rueda durante dichos cambios en la carga de humedad.

Objetivos de la invención

50 El objetivo y el propósito general de la invención es reducir sustancialmente la energía acumulativa utilizada en el funcionamiento continuo de un sistema de deshumidificación desecante activado térmicamente. Generalmente, la reducción de energía se consigue al modular la energía consumida por la unidad desecante en respuesta a los cambios instantáneos en la humedad del aire ambiente y/o la carga de humedad en el espacio controlado, y/o el cambio de
55 humedad del flujo del proceso. Dichos cambios instantáneos de humedad, y la carga de humedad resultante, presentan la necesidad de controlar la capacidad del sistema de deshumidificación.

60 Con una carga de humedad instantánea que varía y cambia constantemente, este control de capacidad de deshumidificación se consigue principalmente controlando el flujo de aire a través del sector de proceso de la rueda; el uso óptimo/mínimo de energía en el deshumidificador se consigue controlando proporcionalmente el flujo de aire a través del sector de reactivación, y manteniendo constante la temperatura del aire de reactivación, al mismo tiempo que se regula de forma simultánea y proporcional la velocidad rotacional de la rueda, de modo que se logre una eficiencia energética óptima.

65 Si bien existen procedimientos establecidos para el control de la capacidad del sistema deshumidificador, la presente invención proporciona un procedimiento novedoso, consiguiendo una reducción sustancial en el uso de energía a

carga parcial en comparación con los procedimientos conocidos anteriores.

Los objetivos de la invención se consiguen mediante un procedimiento para mejorar la eficiencia de funcionamiento en condiciones de carga parcial en el control de un deshumidificador con desecante activo que comprende una carcasa que contiene por lo menos: una rueda de desecante provista de un sector de proceso con medios de flujo de aire; un sector de reactivación con medios de flujo de aire; unos medios para hacer girar la rueda de desecante por los sectores de proceso y de reactivación y medios de calentamiento de aire de reactivación; el objetivo de control es conseguir una eficiencia de funcionamiento mejorada en condiciones de carga parcial; el procedimiento comprende las etapas de:

- a. modular el flujo de aire a través de un sector de proceso para controlar la cantidad de deshumidificación;
- b. modular el flujo de aire a través de un sector de reactivación como una función de la modulación del flujo de aire de proceso;

caracterizado por que comprende además la etapa de:

- c. modular la velocidad rotacional de una rueda de desecante como una función de la modulación del flujo de aire de proceso.

Los objetivos de la invención se consiguen mediante un sistema de deshumidificador con desecante activo que comprende una carcasa que contiene por lo menos: una rueda de desecante provista de un sector de proceso con medios de flujo de aire; un sector de reactivación con medios de flujo de aire; unos medios para hacer girar la rueda de desecante por los sectores de proceso y de reactivación; medios de calentamiento del aire de reactivación y un sistema de control; caracterizado por que el sistema de control funciona de acuerdo con un procedimiento como el que se describe en la presente memoria para mejorar la eficiencia de funcionamiento del deshumidificador en condiciones de carga parcial.

Otros aspectos describen un sistema y un procedimiento para controlar la capacidad de deshumidificación que comprenden:

- a) controlar el flujo de aire a través del sector de proceso del rotor, controlar una temperatura de entrada de reactivación constante, controlar el flujo de aire de reactivación como una función del flujo de aire de proceso y controlar asimismo la velocidad del rotor como una función del flujo de aire de proceso, y las funciones de control se basan en la razón del flujo de aire instantáneo de proceso con respecto al flujo de aire de proceso de diseño y todas las funciones son funciones exponenciales con los exponentes dondequiera en el intervalo entre 0.5 y 2.0, y con los exponentes para cada variable controlada que no son necesariamente iguales.
- b) controlar el flujo de aire por el sector de proceso del rotor, controlar una temperatura de fuente de calor de reactivación constante, por ejemplo, mediante el uso de vapor a presión constante como fuente de calor de reactivación y el uso de una válvula de vapor de dos posiciones en el serpentín de calentamiento del aire de reactivación, y controlar el flujo de aire de reactivación como una función del flujo de aire de proceso, y controlar asimismo la velocidad del rotor como una función del flujo de aire de proceso, y las funciones de control se basan en la razón del flujo de aire de proceso instantáneo con respecto al flujo de aire de proceso de diseño, y la totalidad de las funciones son funciones exponenciales con el exponente dondequiera en el intervalo entre 0.5 y 2.0, y con los exponentes para cada variable controlada que no son necesariamente iguales.
- c) controlar el flujo de aire por el sector de reactivación del rotor al mismo tiempo que se mantiene un flujo de aire constante por el sector de proceso, controlar una temperatura de entrada de reactivación constante, y controlar asimismo la velocidad del rotor como una función del flujo de aire de reactivación, y la función de control se basa en la razón entre el flujo de aire de reactivación instantáneo con respecto al flujo de aire de proceso de diseño, y la función es una función exponencial con el exponente dondequiera en el intervalo entre 0.5 a 2.0.
- d) controlar el flujo de aire por el sector de reactivación del rotor al mismo tiempo que se mantiene un flujo de aire constante por el sector de proceso, controlar una temperatura de fuente de calor de reactivación constante, por ejemplo, mediante el uso de vapor a presión constante como fuente de calor de reactivación y el uso de una válvula de vapor de dos posiciones en el serpentín de calentamiento del aire de reactivación, y controlar asimismo la velocidad del rotor como una función del flujo de aire de reactivación, y la función de control en base a la razón del flujo de aire de reactivación instantáneo con respecto al flujo de aire de proceso de diseño y la función es una función exponencial con el exponente dondequiera en el intervalo entre 0.5 y 2.0.
- e) controlar el flujo de aire por el sector de proceso del rotor, controlar una temperatura de descarga de reactivación constante, controlar el flujo de aire de reactivación como una función del flujo de aire de proceso, y controlar asimismo la velocidad del rotor como una función del flujo de aire de proceso, y las funciones de control en base a la razón del flujo de aire de proceso instantáneo con respecto al flujo de aire de proceso de diseño y la totalidad de las funciones son funciones exponenciales con los exponentes dondequiera en el

intervalo entre 0.5 y 2.0, y con los exponentes para cada variable controlada que no son necesariamente iguales.

- 5 f) controlar el flujo de aire por el sector de reactivación del rotor al mismo tiempo que se mantiene un flujo de aire constante por el sector de proceso, controlar una temperatura de descarga de reactivación constante, y controlar asimismo la velocidad del rotor como una función del flujo de aire de reactivación, y la función de control en base a la razón entre el flujo de aire de reactivación instantánea y el flujo de aire de proceso de diseño y la función es una función exponencial con el exponente dondequiera en el intervalo entre 0.5 y 2.0.

10 Otro objetivo de la invención es proporcionar un sistema y un procedimiento para controlar la capacidad de deshumidificación de acuerdo con los cuatro escenarios de control descritos con anterioridad y, además, incorporar un sector de purga, dispuesto secuencialmente entre el sector de reactivación y proceso de los rotores con flujo de aire concurrente a través del sector de proceso y del sector de purga, y controlar el flujo de aire de purga como una función del flujo de aire de reactivación, la función de control en base a la razón del flujo de aire de reactivación instantáneo y el flujo de aire de reactivación de diseño y es una función exponencial con el exponente dondequiera en el intervalo entre 0.5 y 2.0.

20 Otro objetivo de la invención es proporcionar un sistema y un procedimiento para controlar la capacidad de deshumidificación de acuerdo con los cuatro escenarios de control descritos con anterioridad y, además, incorporar por lo menos un par de sectores de purga dispuestos entre los sectores de proceso y de reactivación, y cada par de sectores está provisto de medios para hacer recircular aire a través de los mismos, de acuerdo con el documento US nº 7.101.414 B2, siendo la mejora el control del caudal de recirculación del aire de purga como una función de la velocidad del rotor, y dicha función en base a la razón entre la velocidad instantánea del rotor y la velocidad del rotor de diseño y siendo dicha función una función exponencial con el exponente dondequiera en el intervalo entre 0.5 y 2.0.

30 En las formas de realización anteriores, existe un objetivo adicional que es proporcionar una característica de diseño para el armario básico y los espacios tipo plenum que permita que el tamaño del sector de reactivación se regule fácilmente en el momento de la fabricación o después de la instalación en el campo, de modo que se optimice aún más el diseño para cualquier aplicación dada para el sistema de deshumidificación. La optimización se consigue seleccionando el tamaño relativo de los sectores de proceso y de reactivación que permiten el uso más bajo de energía de reactivación en condiciones de diseño y/o el proceso de humedad de descarga más bajo.

35 Uno o más de los objetivos anteriores de la invención son proporcionar un sistema de deshumidificación activado térmicamente que utilice un rotor desecante "activo" de modo que se aproveche al máximo el comportamiento dinámico del rotor desecante bajo condiciones de flujo de proceso o carga parcial variable.

Breve descripción de la invención

40 De acuerdo con lo anterior, la presente invención proporciona un aparato para deshumidificar el aire suministrado a un espacio cerrado o proceso o contenedor de secado, comprendiendo dicho aparato:

- (a) una carcasa que define un espacio interior;
- 45 (b) el espacio interior se encuentra separado por un separador en una parte de suministro para alojar una corriente de aire de suministro y una parte de regeneración para alojar una corriente de aire de regeneración, estando dicha parte de suministro provista de una entrada para recibir aire de suministro y de una salida para suministrar aire al espacio cerrado, estando dicha parte de regeneración provista de una entrada para recibir aire de regeneración y de una salida para descargar aire de regeneración;
- 50 (c) una rueda de desecante giratoria situada de manera que una parte de la rueda se extiende en la parte de suministro y que una parte de la rueda se extienda en la parte de regeneración, pudiendo dicha rueda girar por la corriente de aire de suministro y la corriente de aire de regeneración para deshumidificar el suministro corriente de aire;
- 55 (d) una fuente de calor para calentar la corriente de aire de regeneración con el fin de regenerar la rueda de desecante a medida que gira por la corriente de aire de regeneración; y
- 60 (e) por lo menos un deflector de desviación entre la entrada y la salida de la parte de suministro para controlar la cantidad de aire de suministro que pasa a través de la rueda de desecante desviándose selectivamente de la rueda de desecante.

65 En una forma de realización, el aparato puede ser una unidad HVAC convencional o un aparato híbrido de aire acondicionado y deshumidificado.

En otra forma de realización, la parte de regeneración está provista de un soplador para mover la corriente de aire de

regeneración.

En otra forma de realización, se proporciona un conducto y unos medios de control para permitir la recirculación de una parte del aire de regeneración.

5 En una forma de realización preferida, se proporciona un deflector y/o medios de control de velocidad para permitir la modulación del flujo de aire por la parte de regeneración.

10 En otra forma de realización, la parte de suministro está provista de un soplador para mover la corriente de aire de suministro; se dispone un serpentín de enfriamiento en la corriente de aire de suministro; con la rueda de desecante giratoria situada aguas abajo del serpentín de enfriamiento.

15 En otra forma de realización, se proporciona un mecanismo de regulación de velocidad para variar la velocidad rotacional de la rueda de desecante para controlar la cantidad de humedad eliminada de la corriente de aire de suministro y/o minimizar la cantidad de calor transferido a la corriente de aire de suministro.

En una forma de realización adicional, la fuente de calor es un quemador de gas de combustión directa.

20 En una forma de realización adicional, la fuente de calor es electricidad utilizada en calentadores de resistencia.

En una forma de realización adicional, la fuente de calor es una fuente de temperatura constante como vapor o agua caliente.

25 En una forma de realización adicional, la fuente de calor es una fuente de calor recuperado de un condensador de refrigeración o calor recuperado de otro proceso.

En una forma de realización adicional, la fuente de calor es una combinación de dos o más de las fuentes de calor descritas anteriormente, utilizadas de forma secuencial.

30 En una forma de realización preferida, se proporciona un medio de modulación de calor para que la fuente de calor regule la temperatura de la corriente de aire de regeneración.

35 En otra forma de realización de la invención, se proporciona un medio de modulación para que el deflector de desviación regule la cantidad de aire de suministro que pasa a través de la rueda de desecante.

En otra forma de realización, la rueda de desecante presenta un tamaño adecuado para tratar una fracción deseada del flujo de aire procesado por el sistema de aire acondicionado.

40 En otra forma de realización, se proporcionan unos medios para enfriar y/o calentar el aire de suministro después de que pase a través del deshumidificador y antes de que se suministre al espacio acondicionado.

45 En otra forma de realización, el sistema incluye un compartimento que aloja un condensador, estando el aparato provisto de un conducto o abertura que conecta el aire de entrada de regeneración al compartimento que aloja el condensador, con el fin de permitir el precalentamiento del aire de entrada de regeneración por el condensador.

La invención asimismo proporciona un procedimiento para controlar la temperatura y la humedad de un espacio acondicionado o proceso o contenedor de secado, comprendiendo dicho procedimiento comprende las etapas de:

50 (a) proporcionar un sistema de aire acondicionado en comunicación con el espacio acondicionado;

55 (b) proporcionar un sistema de rueda de desecante activa que defina un espacio interior; estando dicho espacio interior separado por medio de un separador en una parte de suministro para contener una corriente de aire de suministro y una parte de regeneración para contener una corriente de aire de regeneración, estando dicha parte de suministro provista de una entrada para recibir aire de suministro desde el espacio cerrado o el sistema de aire acondicionado y de una salida para suministrar aire al sistema de aire acondicionado o al espacio cerrado, estando dicha parte de regeneración provista de una entrada para recibir aire de regeneración y de una salida para descargar aire de regeneración; una rueda de desecante giratoria situada de manera que una parte de la rueda se extienda en la parte de suministro y una parte de la rueda se extienda en la parte de regeneración, pudiendo dicha rueda girar por la corriente de aire de suministro y la corriente de aire de regeneración para deshumidificar la corriente de aire de suministro; una fuente de calor para calentar la corriente de aire de regeneración, con el fin de regenerar la rueda de desecante a medida que gira a través de la corriente de aire de regeneración; y por lo menos un deflector de desviación entre la entrada y la salida de la parte de suministro para controlar la cantidad de aire de suministro que pasa a través de la rueda de desecante desviándose selectivamente de la rueda de desecante;

65 (c) conectar el sistema de rueda de desecante activa al sistema de aire acondicionado;

(d) enfriar y/o calentar la corriente de aire de suministro mediante su paso a través del sistema de aire acondicionado; y

5 (e) deshumidificar la corriente de aire de suministro pasándola a través del sistema de rueda de desecante activa al mismo tiempo que se hace girar la rueda a través de la corriente de aire de suministro y la corriente de aire de regeneración para intercambiar humedad y/o calor entre las corrientes de aire; y

10 (f) suministrar aire desde el sistema de aire acondicionado al espacio acondicionado.

10 Breve descripción de los dibujos

Estas y otras formas de realización y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto más claramente a partir de la siguiente descripción y de los dibujos adjuntos, en los que:

15 La figura 1 (a y b): es un dibujo esquemático de una unidad deshumidificadora desecante activada térmicamente típica que se muestra junto con el soplador de regeneración y muestra un sector de regeneración típico/clásico del 25 %.

20 La figura 2 (a y b): es un dibujo esquemático de una unidad deshumidificadora desecante activada térmicamente típica que se muestra junto con el soplador de regeneración y muestra un sector de regeneración típico/clásico del 25 %, y asimismo incluye un sector de purga.

25 La figura 3 (a y b): es un dibujo esquemático de una unidad deshumidificadora desecante activada térmicamente típica que se muestra junto con el soplador de regeneración y muestra un sector de regeneración típico/clásico del 25 %, y asimismo incluye un par de sectores de purga.

30 La figura 4 (a y b): es un dibujo esquemático de unidades típicas de un deshumidificador con desecante activado térmicamente que se muestran junto con el soplador de regeneración y muestra un sector de regeneración típico/clásico del 25 % y asimismo incluye dos pares adicionales de sectores de purga.

La figura 5 (a y b): es un diagrama esquemático que muestra un sistema y un procedimiento de deshumidificación típicos según la técnica anterior.

35 La figura 6 (a y b): asimismo es un esquema que muestra un sistema y un procedimiento típicos de secado de productos según la técnica anterior.

40 La figura 7 (a y b): asimismo es un esquema que muestra un sistema y un procedimiento típicos de secado de productos según la técnica anterior y que asimismo incluye un sector de purga.

La figura 8 (a, b, c, d y e): son esquemas que muestran una forma de realización del sistema y del procedimiento según la presente invención.

45 La figura 9: es un esquema que muestra una forma de realización según la presente invención como un diagrama de flujo para el proceso de secado/sistema de deshumidificación.

La figura 10 (a y b): es un esquema y una forma de realización según la presente invención como un diagrama que muestra un sistema y un procedimiento de secado de producto.

50 La figura 11 (a, b y c): es una representación gráfica que muestra el ahorro de energía con la presente invención en comparación con la técnica anterior.

55 La figura 12: es un esquema que muestra una forma de realización del sistema y del procedimiento según la presente invención y que además incluye varios componentes de HVAC que se pueden habilitar/utilizar o deshabilitar/no utilizar.

Descripción detallada de la invención

60 A continuación se describe la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos, que son ilustrativos de ciertas formas de realización de la invención. Se pueden introducir variaciones y modificaciones sin apartarse del espíritu y el alcance de la invención.

65 Figura 1 (a) es un diagrama de flujo de un deshumidificador con desecante típico. Tal como se ha mencionado con anterioridad, un lecho desecante giratorio/rueda 1 prevé un sector de proceso 2 y un sector de regeneración o reactivación 3. El deshumidificador que incorpora dicho lecho/rueda de desecante 1 estaría prever un flujo de proceso 6, así como un flujo de regeneración 8. Se eleva la temperatura del flujo de regeneración haciéndolo pasar por una

fuelle de calor 10 antes de entrar en la parte de regeneración del lecho 3. El aire de regeneración, que sale del sector de reactivación 3 del lecho giratorio se expulsa 9 con la ayuda del soplador 5, denominado en general como soplador de reactivación 5. El lecho/rueda de desecante 1 se hace girar por los compartimientos de reactivación y proceso con la ayuda de una disposición de accionamiento de lecho 4.

5
Figura 1 (b): muestra una división típica de sectores de la rueda 1. El sector de proceso 2, en una unidad típica, es el 75 % del área total del lecho, tal como se muestra, y, en la práctica, en general puede variar entre el 50 % y el 80 %, aunque se puede concebir para ser incluso más bajo o más alto. El área restante del lecho desecante se muestra como el sector de reactivación 3, y puede variar entre el 20 % y el 50 %, aunque se puede concebir para que sea aún más bajo o más alto.

15
Figura 2 (a): muestra la incorporación de otro sector, denominado sector de purga 11. El sector de purga generalmente varía entre el 5 % y el 40 % del área total del lecho, el resto se divide entre el proceso 2 y el área de reactivación 3. Cuando el lecho gira desde el sector de reactivación 3 al sector de proceso 2, el lecho aún está caliente. Es bien sabido que la parte caliente del lecho, particularmente si es del tipo de gel de sílice, comenzará a funcionar (es decir, eliminará la humedad) cuando se haya enfriado. Por lo tanto, una cierta parte del lecho se encuentra sustancialmente inactiva para llevar a cabo la función de deshumidificación mientras aún está caliente. Este segmento o parte del lecho a menudo se secciona y se convierte en un sector de purga 11. Se hace pasar el aire 12 por dicho sector 11, en el que lecho está caliente, por lo que se precalienta el aire 13, antes de pasar por el sector de reactivación 3, de manera que tanto se reduzca la entrada de energía de reactivación necesaria, como se enfríe dicha parte del lecho antes de que entre en la zona de proceso 2, de modo que se mejora el rendimiento de deshumidificación a través del sector de proceso 2. Además, se transmite menos calor al aire de proceso porque el lecho está más frío cuando entra en el sector de proceso.

25
Figura 2 (b): muestra el lecho/rueda de desecante 1 desde otro ángulo, en el que se marcan varios sectores y, aunque se muestran de una manera típica, estas áreas de sector pueden variar, tal como se ha explicado con anterioridad.

30
Figura 3 (a): muestra otro diagrama de flujo de un sistema de lecho/rueda de desecante giratorio 1 en el que se ha incorporado un par de sectores (11a, 12). En una configuración de este tipo, es típico hacer circular de forma continua una cantidad determinada de flujo de aire a través de dichas secciones, en un bucle cerrado, con la ayuda de un ventilador separado 15. El flujo de aire recirculado actúa como un amortiguador entre las corrientes de aire de reactivación y proceso, capturando la fuga de aire o la difusión de humedad entre las corrientes de aire de reactivación y proceso, mejorando así el rendimiento del sistema. En algunos casos, el flujo de aire recirculado asimismo puede transferir calor entre los sectores de la misma manera que el sector de purga que se muestra en la figura 2, mejorando aún más el rendimiento del sistema. Se deberá observar que el flujo de aire en los bucles de recirculación descritos en todas las figuras se puede dar en cualquier dirección, y con la dirección más ventajosa de acuerdo con las especificaciones de una aplicación particular. Figura 3 (b): muestra el lecho/rueda de desecante 1 desde otro ángulo, con varios sectores marcados y, aunque se muestran de una manera típica, estas áreas de sectores pueden variar, tal como se ha explicado de forma clara con anterioridad.

40
Figura 4 (a): es un diagrama de flujo de un lecho/rueda de desecante giratoria 1 en el que se han incorporado más de un par de sectores de purga 11a, 12, 17, 18. En una configuración de este tipo, resulta típico hacer circular una cantidad dada de aire 13, 19 por dichas secciones, en un bucle cerrado, mediante ventiladores separados 15, 21.

45
Figura 4 (b): muestra el lecho/rueda de desecante 1 desde otro ángulo, con varios sectores marcados, y asimismo se muestran de manera típica, dichos sectores pueden variar, tal como se ha explicado de forma clara con anterioridad.

50
Figura 5 (a y b): muestra un sistema de deshumidificador típico y tradicional para controlar un espacio 27. En este sistema, por ejemplo, las necesidades de enfriamiento para que el espacio se deshumidifique requieren tomar una cierta cantidad de aire de suministro 26 general de la unidad o serpentín de enfriamiento 24, y suministrarla al espacio controlado. Es posible que se precise un flujo de aire mayor para satisfacer las necesidades de enfriamiento del espacio que necesita pasar a través de la rueda de desecante para satisfacer las necesidades de deshumidificación del espacio. Para conseguirlo, una práctica común es tomar una parte del aire a través del deshumidificador y desviar 28 el equilibrio para compensar el flujo de aire de suministro total que pasa por el serpentín de enfriamiento y se entrega a la sala. A menudo, resulta necesario suministrar aire nuevo 31 para cumplir con los requisitos de ventilación/presurización del espacio. El aire nuevo generalmente se introduce en la entrada al deshumidificador, combinado con el aire de retorno 28 desde el espacio controlado. Puede resultar ventajoso enfriar/calentar el aire nuevo antes de combinarlo con el aire de retorno, utilizando los medios de calentamiento/enfriamiento de aire 22 y 23 tal como se muestra en la figura. En este diagrama/esquema de flujo típico, se utilizan deflectores para controlar el flujo de aire. El flujo de aire nuevo se controla con la ayuda del deflector 35. El deflector de desviación 32 se utiliza para controlar el flujo que se debe desviar de la unidad deshumidificadora desecante. El flujo de aire de suministro general se controla con la ayuda del deflector 33 situado de forma usual después del flujo de aire de suministro. Cada uno de estos deflectores se puede regular de forma manual o automática utilizando accionadores y controles adecuados.

65
El flujo de regeneración asimismo se controla con la ayuda de un deflector que normalmente se dispone después del

5 soplador de reactivación 5. La fuente de entrada de calor de regeneración 10 puede ser eléctrica, vapor, quemador de gas o aceite, fluido térmico como agua caliente, calor del condensador de refrigeración, calor recuperado de otro proceso, o cualquier combinación de los mismos que pueda calentar el aire de reactivación a la temperatura requerida para la aplicación. La entrada de energía térmica de reactivación se regula mediante un termostato 30 que generalmente se coloca antes del lecho desecante. Dicho termostato 30 se puede ubicar después del lecho desecante en la sección de "salida" de reactivación, tal como se muestra en la figura 5b. En algunos casos, la ubicación alternativa da como resultado un menor uso de calor de reactivación anual, en comparación con la colocación del control termostático antes del rotor desecante.

10 Tanto en los sistemas de deshumidificadores mencionados anteriormente como en los procedimientos de control de entrada de calor de reactivación, las estrategias de control que se utilizan normalmente en la actualidad detectarán la "satisfacción" de la humedad relativa o el nivel de humedad de un espacio, proceso, o suministro de aire dado, y detendrán el flujo de aire de reactivación, el giro del lecho y la entrada de calor de reactivación cuando se logre la humedad, comúnmente conocido como control "marcha-paro". En otro procedimiento conocido, utilizado normalmente
15 con fuentes de calor de temperatura fija como vapor o agua caliente, el flujo de aire de reactivación se modula para regular la capacidad de deshumidificación de la unidad.

Figura 6 (a): muestra un sistema deshumidificador típico utilizado para aplicaciones de secado. En este sistema, el aire deshumidificado 7 se calienta a través de una fuente de calentamiento 22 de acuerdo con el requisito del material en el contenedor de secado 37. El aire de retorno 28 que transporta la humedad del producto se hace pasar por un serpentín de enfriamiento 23 y a través de la rueda de desecante/lecho 1 para adsorber la humedad.

El flujo de aire de regeneración 8 se proporciona mediante el soplador de reactivación 5. La fuente de calor 10 se utiliza para elevar la temperatura en base al diseño específico de la unidad. La temperatura de entrada de reactivación se controla mediante el termostato.

Figura 6 (b): muestra el lecho/rueda de desecante desde otro ángulo. El sector de proceso 2, en una unidad típica, es el 75 % del área total del lecho, tal como se muestra, y puede, en la práctica, variar en general entre el 50 % y el 80 %, pero se puede concebir para que sea aún más bajo o más alto. El área restante del lecho desecante se muestra como el sector de reactivación 3, y puede variar entre el 20 % y el 50 %, pero se puede concebir de modo que sea aún más bajo o más alto.

Figura 7 (a): muestra un sistema deshumidificador típico para llevar a cabo el secado. Es similar al sistema que se da a conocer en la figura 6 (a y b), con la excepción de que se ha añadido un sector de purga 11. Dicho sector de purga puede variar entre el 5 y el 40 % del área total del lecho. El objetivo de usar un sector de purga ya se ha explicado anteriormente.

Figura 7 (b): muestra el lecho/rueda de desecante 1 desde otro ángulo, en el que se marcan los diversos sectores y, aunque se muestran de manera típica, estas áreas de sectores pueden variar, tal como se ha explicado con anterioridad.

Figura 8 (a): muestra un sistema típico de deshumidificación de espacio. En este sistema, se prevé una desviación "interna" 39 interconectada con el flujo de aire de proceso 6 a través de un deflector frontal y de desviación 40. Dependiendo de la humedad medida en el espacio de diseño 27, y con cargas instantáneas y cambiantes, el deflector frontal y de desviación 40 modula la cantidad de flujo de aire que pasa a través de la rueda, mientras se desvía el resto. Cuando resulte necesario suministrar aire nuevo 31 para la necesidad de diseño del espacio, generalmente se introduce en la entrada del deshumidificador y se combina con el aire de retorno 28 del espacio de diseño 27. Dependiendo de la aplicación, puede resultar ventajoso calentar o enfriar el aire nuevo antes de que se mezcle con el aire de retorno.

El aire de la salida del deshumidificador 38 se puede mezclar con el aire de retorno 28 antes de pasar por un serpentín de enfriamiento 24 y por los filtros 44, 45 y se puede entregar como aire de suministro 26 al espacio de diseño 27.

El flujo de aire de reactivación 8 pasa a través de una fuente de calor 10 que eleva la temperatura del aire de acuerdo con el diseño específico de la unidad. El termostato 30 controla la temperatura según el punto de regulación. Para controlar el flujo de aire de reactivación el soplador de reactivación 5 varía continuamente la velocidad y presenta un diseño adecuado para ello. A fin de obtener un rendimiento óptimo, asimismo se hace variar la velocidad del rotor mediante una disposición de accionamiento de lecho de velocidad continuamente variable 4.

La figura 8 (b) es un esquema del ejemplo típico de un sistema de deshumidificación de espacio. Es similar al ejemplo de la figura 8 (a), con la excepción de que se ha proporcionado un sector de purga 11 en el lecho/rueda de desecante. Dicho sector de purga puede variar entre el 5 y 40 % del área total del lecho. El resto se divide entre el proceso 2 y el área de reactivación 3. El aire 12 se hace pasar por dicho sector 11, donde el lecho está caliente, por lo que el aire 13 se precalienta antes de que se haga pasar por el sector de reactivación 3, reduciendo tanto la entrada de energía de reactivación necesaria como asimismo enfriando esa parte del lecho antes de entrar a la zona de proceso 2, de modo que se mejora el rendimiento de deshumidificación por el sector de proceso 2. Además, se transfiere menos calor al

ES 2 751 108 T3

aire de proceso porque el lecho se encuentra más frío cuando entra en el sector de proceso.

5 El aire de la salida del deshumidificador 38 se puede mezclar con el aire de retorno 28 antes de pasar a través de un serpentín de enfriamiento 24 y de los filtros 44, 45 y de entregarse como aire de suministro 26 al espacio de diseño 27.

10 El flujo de aire de reactivación 8 pasa a través de una fuente de calor 10 que eleva la temperatura del aire en base al diseño específico de la unidad. El termostato 30 controla la temperatura según el punto de regulación. Para controlar el flujo de aire de reactivación, el soplador de reactivación 5 presenta una velocidad continuamente variable, con una concepción adecuada para ello. Para obtener un rendimiento óptimo, asimismo se hace variar la velocidad del rotor a través de una disposición de accionamiento de lecho de velocidad continuamente variable 4.

15 La figura 8 (c) es un esquema del ejemplo típico de un sistema de deshumidificación de espacio. Es similar al ejemplo de la figura 8 (a), con la excepción de que se ha proporcionado un par de sectores de purga 11a, 12 en el lecho/rueda de desecante. En una configuración de este tipo, resulta típico hacer circular el aire en los sectores 11a, 12 en un bucle cerrado mediante el uso de un ventilador separado 15. El calor de la rueda en la sección 12 que sigue al sector de reactivación se puede recoger y pasar a "precalentamiento" de la rueda en el sector 11a a continuación del sector de proceso, con la ayuda del flujo de aire marcado 13.

20 El aire mezclado 38 del deshumidificador se puede mezclar con el aire de retorno 28 y se puede pasar después por un serpentín de enfriamiento 24 para enfriar el aire de suministro 26 según se precise para enfriar el espacio de diseño 27.

25 El aire de entrada de reactivación 8 pasa a través de un filtro 42 y la temperatura de dicho aire se eleva mediante una fuente de calor 10 en base al diseño específico de la unidad. Dicha temperatura se controla y se mantiene constante mediante un termostato 30. Para hacer variar el flujo de aire de reactivación de forma continua, se hace variar de forma continua la velocidad de un soplador de reactivación 5 que presenta un diseño adecuado para ello. Para obtener un rendimiento óptimo, asimismo se hace variar la velocidad del rotor por medio de una disposición de accionamiento de lecho de velocidad continuamente variable 4.

30 La figura 8 (d) muestra un esquema de un ejemplo típico de un sistema de deshumidificación de espacio. Es similar al ejemplo de la figura 8 (c), con la excepción de que se ha añadido un par más de sectores de purga, 17, 18. En una configuración de este tipo, resulta típico hacer circular una cantidad dada de aire 13, 19 por dichos pares de sectores en dos bucles cerrados separados con ventiladores separados 15, 21. Tal como se ha indicado con anterioridad, el flujo de aire en cada uno de los circuitos cerrados se puede dar en cualquier dirección, de acuerdo con la dirección que resulte más ventajosa.

35 El aire mezclado 38 del deshumidificador se puede mezclar con el aire de retorno 28 y se puede hacer pasar por un serpentín de enfriamiento 24 para enfriar el aire de suministro 26 para enfriar el espacio 27. El aire de entrada de reactivación 8 pasa a través de un filtro 42 y la temperatura de este aire se eleva a través de una fuente de calor 10 en base al diseño específico de la unidad. Dicha temperatura se controla y se mantiene constante por medio de un termostato 30. Para hacer variar el flujo de aire de reactivación de forma continua, el soplador de reactivación 5 presenta una velocidad continuamente variable y un diseño adecuado para ello. Con el fin de obtener un rendimiento óptimo, asimismo se hace variar la velocidad del rotor mediante una disposición de accionamiento de lecho de velocidad continuamente variable 4.

40 La figura 8 (e) muestra un esquema de un sistema típico de deshumidificación de espacio. Es un ejemplo de un área de producción farmacéutica, para la que se han seleccionado condiciones de diseño entre el 15 % y el 30 % de HR a 75 °F para la sala 27. La cantidad total de aire de suministro 26 calculada en este ejemplo es de 4000 cfm (pies cúbicos por minuto). Para satisfacer las necesidades de enfriamiento del espacio y la eliminación de humedad, se toman 600 cfm como aire de retorno 28. El aire nuevo requerido 31 (600cfm) se hace pasar por el serpentín de enfriamiento 23 y se mezcla con el aire de retorno 28. El deflector frontal y de desviación 40 controla el flujo de aire a través de la desviación/rueda de desecante. El aire de retorno 28 (2800cfm) se mezcla con el aire de proceso 7 para proporcionar el flujo de aire de suministro deseado 26. A continuación, se hace pasar el aire total a través del serpentín de enfriamiento 24 para proporcionar la temperatura deseada en la sala.

45 La figura 9 muestra un diagrama de flujo para el proceso de secado/sistema deshumidificación. El aire ambiente 31 se hace pasar a través del serpentín de enfriamiento 23, para reducir la carga de humedad, y se enfría. El deflector de desviación 32 modula el flujo de aire que va a pasar por la rueda de desecante y el resto por la desviación. El aire mezclado 38 (salida de proceso 7 y aire de desviación 39) se hace pasar por las fuentes de calentamiento 24/enfriamiento 22 y se atempera dependiendo del requerimiento del aire de suministro 26.

50 El flujo de regeneración 8 asimismo se controla con la ayuda del deflector 34 generalmente dispuesto después del soplador de regeneración 5. La entrada de calor de regeneración 10 puede ser eléctrica, vapor, quemador de gas o de una variedad de fuentes de calor que puedan elevar la temperatura en base al diseño específico de la unidad. Esta temperatura se controla mediante el termostato 30.

La figura 10 (a) muestra un sistema y un procedimiento de secado de producto. En este sistema, en base a en las condiciones requeridas en el contenedor de secado 37, el aire mezclado 38 (salida de proceso 7 y el aire de desviación 39) se hace pasar por una entrada de calor de proceso 22 para proporcionar la temperatura de secado necesaria. El aire de retorno 28 se enfría por medio de un serpentín de enfriamiento 23 y se sopla a través del sector de proceso 2 y del sector de purga 11 del rotor. El deflector frontal y de desviación 40 se usa para controlar el flujo que necesita desviarse el deshumidificador. El aire que sale del sector de purga se recircula y se mezcla con el aire de retorno aguas arriba del serpentín de enfriamiento. Esto permite que el deshumidificador suministre aire más seco. El sector de purga generalmente varía entre el 5 % y el 40 % del área total, el resto se divide entre las áreas del proceso 2 y de reactivación 3. La temperatura de entrada de reactivación se controla mediante termostato 30. La figura 10 (b) muestra el lecho/rueda de desecante 1 desde otro ángulo, en el que se marcan los diversos sectores y, aunque se muestra de una manera típica, la división de sectores puede variar.

Figura 11 (a): compara el requisito anual de enfriamiento posterior cuando se utilizan diferentes opciones de control.

Figura 12: es un diagrama de flujo que muestra varias opciones de elementos HVAC. Cada elemento se puede incluir o no en base a los requisitos de rendimiento de la aplicación. La cantidad total de aire de suministro que va a pasar a través del serpentín de enfriamiento 59/fuente de calentamiento 60/humidificador 57 se basa en el requisito del espacio que se vaya a acondicionar. El aire de retorno 28 puede pasar a través de un serpentín de enfriamiento 54 o serpentín de calentamiento 53 para obtener un acondicionamiento deseado para su mezcla con el aire nuevo 31. Dicho aire nuevo 31 puede pasar por la unidad de recuperación de calor 50 si se precisa aumentar la temperatura requerida y se precisa calentamiento mediante la fuente de calor 22. El aire nuevo se puede enfriar, si resulta ventajoso, utilizando el serpentín de enfriamiento 23. El aire mezclado pasa a través de la fuente de calentamiento 55 y de la fuente de enfriamiento 56, en base a los requisitos y, a continuación, pasa por el deflector frontal o de desviación 40. Este controla el flujo que necesita pasar a través de la rueda de desecante y ser deshumidificado. El aire de escape pasa a través de la unidad de recuperación de calor 52 al exterior a través del soplador 23. El aire de regeneración pasa a través de la unidad de recuperación de calor 49 y luego pasa a través de la fuente de calentamiento 10 para elevar la temperatura de acuerdo con el diseño específico de la unidad. El flujo de aire de reactivación que sale del sector de reactivación 3 pasa a través del sector de recuperación de calor 48 y a través del soplador de regeneración 5. El uso de la unidad de recuperación de calor reduce la carga. El termostato 30 controla la temperatura de entrada de reactivación después de la fuente de calor o, de forma alternativa, se puede ubicar y controlar la temperatura del aire de reactivación que sale de la rueda de desecante.

Tal como se ha explicado con anterioridad, la invención se refiere a un procedimiento y a un sistema para el control de la capacidad del deshumidificador con desecante, que prevé una rueda de desecante activa. Dado que hay cargas de humedad que cambian instantáneamente, resulta necesario controlar la capacidad de la unidad y del sistema de deshumidificación. Si bien existen varios procedimientos de control conocidos y llevados a la práctica en la actualidad para reducir el uso de reactivación, la presente invención proporciona un procedimiento novedoso para reducir sustancialmente de forma adicional la energía de reactivación en comparación con los procedimientos conocidos anteriores.

En la presente invención, la aproximación fundamental es proporcionar continuamente un medio para variar continuamente la cantidad de aire que se desviará de la rueda de desecante, fuera del flujo de proceso total. Esta reducción en el flujo de proceso a través de la unidad desecante generalmente supervisa el cambio en las cargas de humedad instantáneas. Cuando se reduce el flujo de proceso a través de la rueda de desecante, ya no resulta necesario retener todo el flujo de regeneración por el sector de reactivación de la rueda. Cuando el flujo de regeneración se reduce de forma correspondiente en alguna correlación definida, se consigue una reducción considerable en el uso de energía de regeneración. En la presente invención, mediante una función de control, se puede hacer que se reduzca o aumente continuamente la razón de flujo de regeneración en base al caudal de flujo de proceso que varía de forma continua a través del sector de proceso. Con los cambios en la tecnología, hoy en día resulta económica y común la utilización de variadores de velocidad, en base a varios procedimientos conocidos, que actualmente permiten una variación continua del flujo de aire de reactivación.

De manera similar, asimismo es una base de la invención el uso de dicha tecnología para la variación continua de la velocidad de la velocidad rotacional de la rueda, asimismo por medio de una función de control de correlación. En este caso de desarrollo de la función de control, se utiliza el conocimiento de la herramienta de modelado matemático "DRI Cal", o cualquier otra herramienta similar, por ejemplo "Procal", ambas herramientas similares, actualmente en uso en todo el mundo para la selección de una unidad desecante/geometría de rueda y flujos.

Mientras se desarrollaba la presente invención de control continuo de las variables de proceso del deshumidificador, se comparó el uso de energía con varios procedimientos de control conocidos y utilizados. A fin de desarrollar la invención, en primer lugar se seleccionó un proyecto de muestra, con hechos físicos y supuestos, típico del diseño de una aplicación de deshumidificación. Para ello, se seleccionó el 30 % de HR a 70 °F como la condición de diseño. Para obtener un mejor espectro del potencial de ahorro de energía, se seleccionó un diseño con una HR inferior del 15 % a 70 °F, asimismo para la misma aplicación farmacéutica. Se seleccionó la ciudad de Zebulon, Carolina del Norte debido a sus condiciones climáticas, típicas del sureste de los Estados Unidos. Sin embargo, para demostrar el efecto

de climas más húmedos, se seleccionó asimismo la ciudad de Mumbai, India como típica. Se llevó a cabo un diagrama de flujo y se preparó el proyecto/diseño de muestra. Con los datos meteorológicos por hora disponibles y utilizados en la actualidad para proporcionar un perfil de carga más detallado del diseño del proyecto, se crearon contenedores de clima ambiente en incrementos de 10 granos/lb de aire promedio coincidente de temperatura de bulbo seco y frecuencia de ocurrencia en horas/año. Esto permitió el cálculo de varios "contenedores" de las cargas instantáneas para permitir una simulación sencilla, con el fin de estimar el uso total de energía con cada procedimiento de control. La tabla 1 siguiente muestra los datos del contenedor por hora que se creó para ambas ciudades, Zebulon, Carolina del Norte, Estados Unidos y Mumbai en India.

Tabla 1.0

DATOS DE CONTENEDOR POR HORA					
ZEBULON, CAROLINA DEL NORTE			MUMBAI (INDIA)		
Humedad AE (gr/lb)	MCDB °F	FRECUENCIA Horas/Año	Humedad AE (gr/lb)	MCDB °F	FRECUENCIA Horas/Año
145	89	1	175	90.7	1
135	84	45	165	87.5	20
125	80	265	155	85.5	321
115	78	493	145	83.9	1396
105	76	692	135	82.5	2203
95	72	602	125	82.3	1108
85	71	597	115	80.9	484
75	67	688	105	80.1	528
65	64	753	95	78.2	604
55	61	694	85	77.7	683
45	56	727	75	76.4	607
35	50	976	65	74.5	505
25	43	1190	55	77.6	213
15	37	841	45	82.7	68
5	24	196	35	84.6	19

Con este procedimiento, el análisis del uso de energía de reactivación está mejor definido en comparación con la aplicación de los datos de diseño en base a dos o tres puntos de diseño, para los tres procedimientos de control considerados y definidos a continuación.

- a) Opción de control 1: flujo de aire de reactivación fijo, temperatura de entrada de reactivación fija, velocidad del rotor fija, flujo de proceso variable;
- b) Opción de control 2: flujo de aire de reactivación fijo, temperatura de descarga de reactivación fija, velocidad del rotor fija, flujo de proceso variable. (Esto se considera, para los propósitos de la invención, como una opción de control base);
- c) Opción de control 3: temperatura de entrada de reactivación fija, flujo de aire de reactivación variable, velocidad variable del rotor, flujo de proceso variable a través de la rueda con el equilibrio desviándose de la rueda.

En base a los datos del contenedor por hora, y los tres procedimientos/opciones de control mencionados anteriormente, donde la opción 3 se basa en la presente invención, se realizó el gráfico y se comparó la energía utilizada en termias/año para las tres opciones. La comparación se da a continuación en las tablas 2, 3, 4, 5 y 6. La cantidad de energía utilizada en el enfriador posterior asimismo se tabula en las tablas 5 y 6, que muestran claramente que, además de la reducción en el uso de energía de regeneración, asimismo tiene lugar una reducción general considerable en el uso de energía de enfriamiento.

Haciendo referencia a continuación a la figura 11 (b), el gráfico muestra la comparación del consumo de calor de reactivación (en termias/año) para las opciones de control 1, 2 y 3. El estudio del caso es para condiciones de HR entre el 15 % y el 30 %, consideradas para Zebulon y Mumbai. Se observa que, en el caso de la opción de control 2 (opción de control de base), en Zebulon, para el diseño del 15 % de HR, el consumo de calor de reactivación es de 11071 termias/año. Si se selecciona la opción de control 1, este aumenta a 13059 termias/año. Sin embargo, si se selecciona la opción de control 3, el consumo se reduce considerablemente a 5747 termias/año. Las tablas 2, 3 y 4 proporcionan datos completos de la energía consumida según las opciones de control 1, 2 y 3 para el 15 % y el 30 % de diseño de HR en Mumbai y Zebulon. La tabla 5 es un resumen de la energía consumida en las opciones de control 1, 2 y 3 para el diseño del 30 % de HR y la tabla 6 es un resumen del consumo de energía por opción de control 1, 2 y 3 para el diseño del 15 % de HR.

ES 2 751 108 T3

Tabla 2

Datos de consumo de energía según la opción de control 1				
	Requisito HR = 30 %		Requisito HR = 15 %	
	Zebulon	Mumbai	Zebulon	Mumbai
Calor de reactivación (termias/año)	5404	5593	13059	13518
Requisito de enfriamiento posterior (Toneladas horas/año)	107942	136505	95194	120327

Tabla 3

Datos de consumo de energía según la opción de control 2				
	Requisito HR = 30 %		Requisito HR = 15 %	
	Zebulon	Mumbai	Zebulon	Mumbai
Calor de reactivación (termias/año)	4578	5058	11071	12172
Requisito de enfriamiento posterior (Toneladas horas/año)	105031	130502	94185	115117

Tabla 4

Datos de consumo de energía según la opción de control 3				
	Requisito HR = 30 %		Requisito HR = 15 %	
	Zebulon	Mumbai	Zebulon	Mumbai
Calor de reactivación (termias/año)	3441	4326	5747	9125
Requisito de enfriamiento posterior (Toneladas horas/año)	74766	126203	63433	112516

Tabla 5

Resumen de consumo de energía de acuerdo con las opciones de control 1, 2, 3 para el 30 % de HR				
	Zebulon		Mumbai	
	Calor de reactivación (termias/año)	Requisito de enfriamiento posterior (toneladas-hora/año)	Calor de reactivación (termias/año)	Requisito de enfriamiento posterior (toneladas-hora/año)
Opción de control 1	5404	107942	5593	136505
Opción de control 2	4578	105031	5058	130502
Opción de control 3	3441	74766	4326	126203

Tabla 6

Resumen de consumo de energía de acuerdo con las opciones de control 1, 2, 3 para el 15 % de HR. Ejemplo de diseño				
	Zebulon		Mumbai	
	Calor de reactivación (termias/año)	Requisito de enfriamiento posterior (toneladas-hora/año)	Calor de reactivación (termias/año)	Requisito de enfriamiento posterior (toneladas-hora/año)
Opción de control 1	13059	95194	13518	120327
Opción de control 2	11071	94185	12172	115117
Opción de control 2	5747	63433	9125	112516

Si bien inicialmente el análisis del uso de energía para la invención, según la opción de control 3, se comparó con la base de la opción de control 2, asimismo se consideró útil completar el análisis utilizando otro procedimiento de control de capacidad del deshumidificador que se utiliza común y actualmente mediante la opción de control 1.

- 5 Por lo tanto, el % resultante de reducción de energía con la invención se ha comparado entre las tres opciones, utilizando la opción de control 2 como base, en la tabla 7, y utilizando la opción de control 1 como base en la tabla 8.

Haciendo referencia a continuación a la figura 11 (c), el gráfico muestra el ahorro porcentual en el calor de regeneración utilizando diferentes opciones de control. Tal como se muestra, al usar la opción de control 3, el porcentaje de ahorro

puede ser tan elevado como el 47 %. Sin embargo, si la opción de control 1 se selecciona como otra base, tiene lugar un aumento adicional en el porcentaje de ahorro. En este caso, sería una comparación entre las opciones de control 1 y 3. La tabla 7 proporciona una comparación detallada del consumo de energía entre las opciones de control 1, 2 y 3.

5

Tabla 7

Análisis de consumo de energía				
	Requisito de HR = 30 %	Requisito de HR = 30 %	Requisito de HR = 15 %	Requisito de HR = 15 %
	Zebulon	Mumbai	Zebulon	Mumbai
	Calor de reactivación %			
Opción de control 1	130.8	118	124	113.8
Opción de control 2	100	100	100	100
Opción de control 3	72.6	82.5	52.5	67.2
	Requisito de HR = 30 %	Requisito de HR = 30 %	Requisito de HR = 15 %	Requisito de HR = 15 %
	Zebulon	Mumbai	Zebulon	Mumbai
	Enfriamiento posterior %	Enfriamiento posterior %	Enfriamiento posterior %	Enfriamiento posterior %
Opción de control 1	100	105	105	113.8
Opción de control 2	100	100	100	100
Opción de control 3	99.5	94	88.5	90.6

Tabla 8

10

Análisis de consumo de energía				
	Requisito de HR = 30 %	Requisito de HR = 30 %	Requisito de HR = 15 %	Requisito de HR = 15 %
	Zebulon	Mumbai	Zebulon	Mumbai
	Calor de reactivación %			
Opción de control 1	100	100	100	100
Opción de control 2	69	82	76	86
Opción de control 3	42.4	64.5	28.5	53.2
	Requisito de HR = 30 %	Requisito de HR = 30 %	Requisito de HR = 15 %	Requisito de HR = 15 %
	Zebulon	Mumbai	Zebulon	Mumbai
	Enfriamiento posterior %	Enfriamiento posterior %	Enfriamiento posterior %	Enfriamiento posterior %
Opción de control 1	100	100	100	100
Opción de control 2	100	95	95	86
Opción de control 3	99.5	89	83.5	76.6

A partir de lo anterior, se pone de manifiesto que la presente invención presenta un nuevo sistema y procedimiento para el control de la capacidad del deshumidificador que proporciona un ahorro de energía significativo en comparación con las técnicas y procedimientos conocidos.

15

El sistema de la invención asimismo incorpora muchas otras ventajas, como la concepción del armario básico y los espacios tipo plenum, de modo que el tamaño del sector de reactivación se puede seleccionar en el intervalo entre el 12 % y el 45 % del área total frontal del rotor desecante y se puede establecer durante la fabricación sin modificaciones en la concepción del armario. Además, si se desea, el diseño de dicho armario básico y los espacios tipo plenum es de tal manera, que el tamaño del sector de reactivación se puede regular en campo manualmente dondequiera en el intervalo entre el 66 % y el 150 % de su valor de diseño original utilizando herramientas manuales, para su adaptación a los requisitos de rendimiento modificados. Cuando el sistema se utiliza con un sector de purga con flujo de aire correspondiente, el diseño básico de armario y espacios tipo plenum permite un tamaño de sector de purga en el intervalo entre el 2 % y el 25 % del área frontal del rotor que se añadirá sin una modificación importante del diseño.

20

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para mejorar la eficiencia de funcionamiento en condiciones de carga parcial en el control de un deshumidificador con desecante activo compuesto por una carcasa que contiene por lo menos: una rueda de desecante (1) que presenta un sector de proceso (2) con unos medios de flujo de aire; un sector de reactivación (3) con unos medios de flujo de aire (5); unos medios (4) de rotación de la rueda de desecante a través de los sectores de proceso y de reactivación; y unos medios de calentamiento de aire de reactivación (10); comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- 5
- 10 a. modular el flujo de aire (6) a través de un sector de proceso (2) para controlar la cantidad de deshumidificación;
- b. modular el flujo de aire (8) a través de un sector de reactivación (3) como una función de la modulación del flujo de aire de proceso (6);
- 15 caracterizado por que presenta la etapa adicional de
- c. modular la velocidad rotacional de una rueda de desecante (1) como una función de la modulación del flujo de aire de proceso.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la modulación del flujo de aire de proceso (6) comprende la desviación (25) de una parte del flujo de aire de proceso (6) alrededor de la rueda de desecante (1) y/o comprende modular un deflector que controla el flujo de aire de proceso (6) y/o comprende controlar simultáneamente el flujo de aire (6) a través de la rueda de desecante (1) y el flujo de aire que se desvía de (25) la rueda de desecante (1) de manera que el flujo de aire total permanece prácticamente constante.
- 25 3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la modulación del flujo de aire de proceso comprende variar las características de funcionamiento de los medios de flujo de aire de proceso.
4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el flujo de aire mínimo a través del sector de proceso se limita a un valor predeterminado.
- 30 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la función de control de la modulación del flujo de aire de reactivación y/o la función de control de la modulación de la velocidad rotacional de rueda de desecante es una función lineal.
- 35 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la función de control de la modulación del flujo de aire de reactivación y/o la función de control de la modulación de la velocidad rotacional de rueda de desecante es una función exponencial con el exponente entre 0.5 y 2.0.
- 40 7. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la temperatura de calentamiento del aire que entra en el sector de reactivación se mantiene a un valor fijo preferentemente modulando la entrada de calor a los medios de calentamiento de aire de reactivación.
- 45 8. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la temperatura del aire de reactivación que sale del sector de reactivación se mantiene a un valor fijo modulando la entrada de calor a los medios de calentamiento de aire de reactivación.
9. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la fuente de calor de aire de reactivación se mantiene en un valor fijo y la temperatura del aire calentado de reactivación no se controla sino que se permite que varíe, aumentando con un flujo de aire reducido y disminuyendo con un flujo de aire superior.
- 50 10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que la fuente de calor de reactivación se activa siempre que esté presente flujo de aire a través del sector de reactivación.
- 55 11. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la modulación del flujo de aire de reactivación se logra modulando un deflector en la corriente de aire de reactivación, y/o variando las características de funcionamiento de los medios de flujo de aire de reactivación desviando una parte del aire de reactivación alrededor de la rueda de desecante.
- 60 12. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el flujo de aire mínimo a través del sector de reactivación se limita a un valor predeterminado.
13. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la modulación de la velocidad rotacional de la rueda de desecante se logra variando las características de funcionamiento de los medios de rotación de rueda de desecante.
- 65 14. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la velocidad rotacional eficaz de la rueda se logra haciendo

funcionar de manera intermitente los medios de rotación de rueda de desecante de manera que el porcentaje de tiempo que los medios de rotación funcionan sea proporcional a la función de control deseada.

5 15. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la velocidad rotacional mínima de la rueda de desecante se limita a un valor predeterminado.

16. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la función de control de la modulación de la velocidad rotacional de rueda de desecante es una función lineal del flujo de aire de reactivación.

10 17. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la función de control de la modulación de la velocidad rotacional de rueda de desecante es una función exponencial del flujo de aire de reactivación, con el exponente entre 0.5 y 2.0.

15 18. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el deshumidificador con desecante activo contiene asimismo un sector de "purga" intermedio (11) entre los sectores de reactivación y de proceso para pretratar una parte del aire de reactivación, siendo el flujo de aire (12) que pasa a través del sector de purga modulado preferentemente en proporción directa con respecto al flujo de aire de reactivación (8).

20 19. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que están previstos uno o más sectores de purga para actuar como un amortiguador entre los sectores de proceso y de reactivación y en el que dichos uno o más sectores de purga intermedios comprenden uno o más pares dispuestos para actuar como un amortiguador entre los sectores de proceso y de reactivación y provistos de unos medios para hacer circular un flujo de aire a través de los mismos.

25 20. Sistema de deshumidificador con desecante activo compuesto por una carcasa que contiene por lo menos: una rueda de desecante (1) que presenta un sector de proceso (2) con unos medios de flujo de aire; un sector de reactivación (3) con unos medios de flujo de aire (5); unos medios (4) de giro de la rueda de desecante a través de los sectores de proceso y de reactivación; unos medios de calentamiento de aire de reactivación (10); y un sistema de control, caracterizado por que el sistema de control funciona de acuerdo con el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, para mejorar la eficacia de funcionamiento del deshumidificador en condiciones de carga parcial.

30 21. Sistema de deshumidificador con desecante activo según la reivindicación 20, en el que uno o más sectores de purga están previstos para actuar como un amortiguador entre los sectores de proceso y de reactivación.

PRINCIPIO DE TRABAJO DE RUEDA DE DESHUMIDIFICACIÓN
DESECANTE CON UNA SECCIÓN DE PURGA ADICIONAL

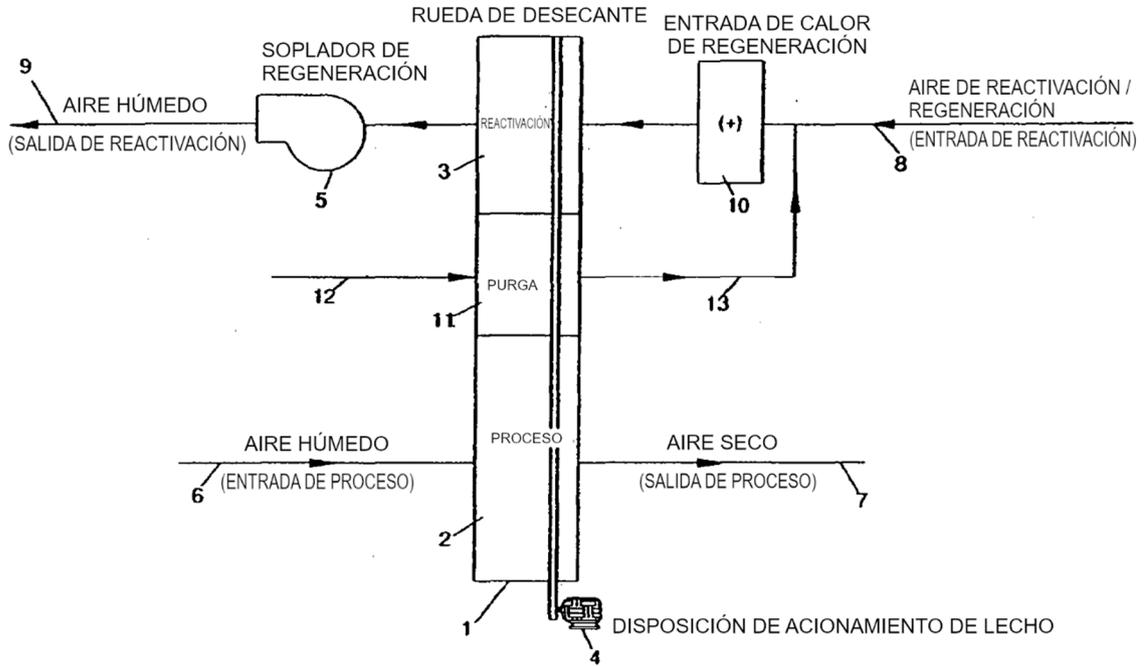


FIG.-2 (a)

DIVISIÓN TÍPICA EN SECTORES DE
UNA RUEDA DE TRES SECTORES

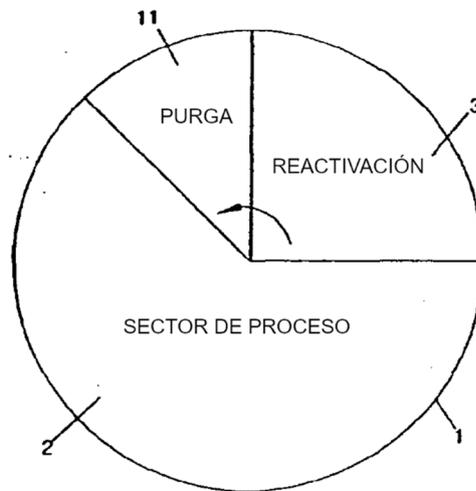


FIG.-2(b)

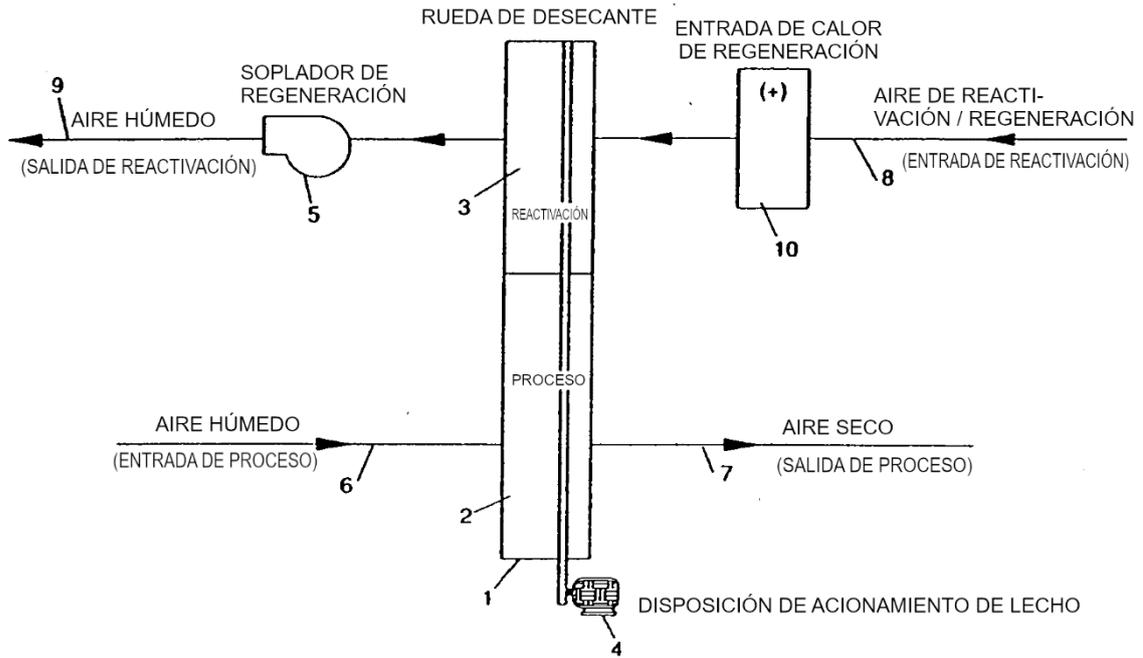


FIG.-1(a)

DIVISIÓN TÍPICA EN SECTORES DE RUEDA DESECANTE GIRATORIA

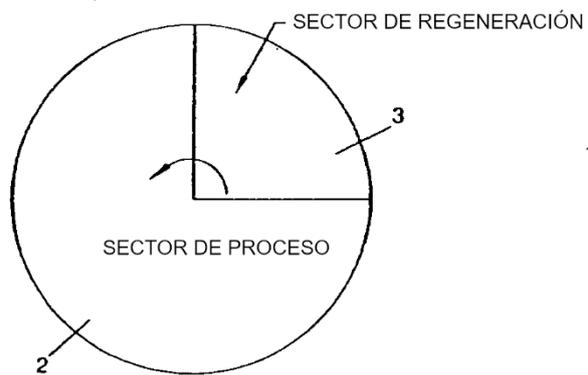


FIG.- 1(b)

PRINCIPIO DE TRABAJO DE RUEDA DE DESHUMIDIFICACIÓN CON DESECANTE CON DOS PARES DE SECTORES DE PURGA ADICIONALES

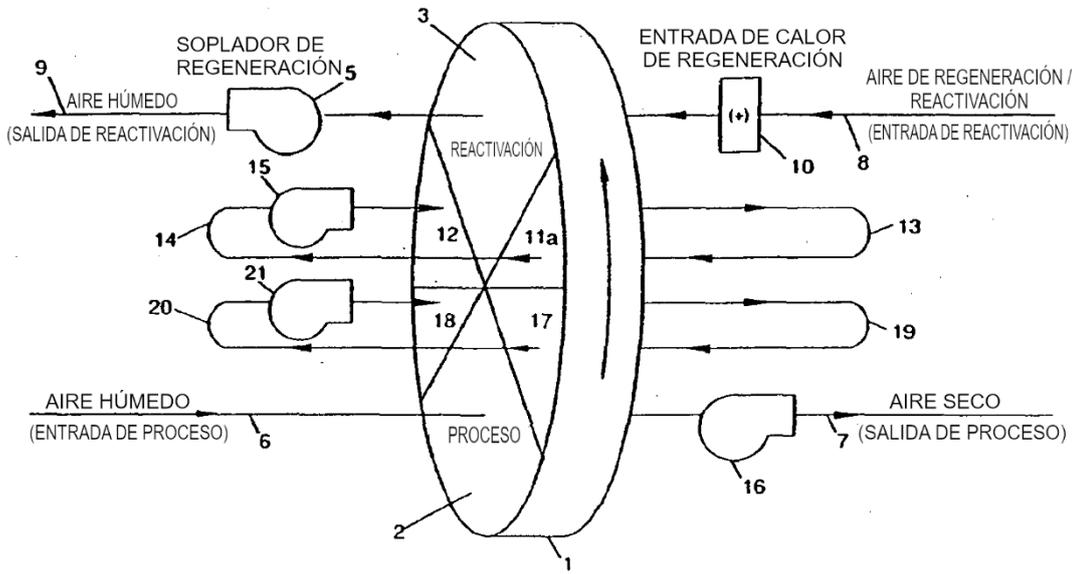


FIG.-4 (a)

DIVISIÓN TÍPICA EN SECTORES DE UNA RUEDA DE DESECANTE CON UN PAR DE SECTORES ADICIONALES

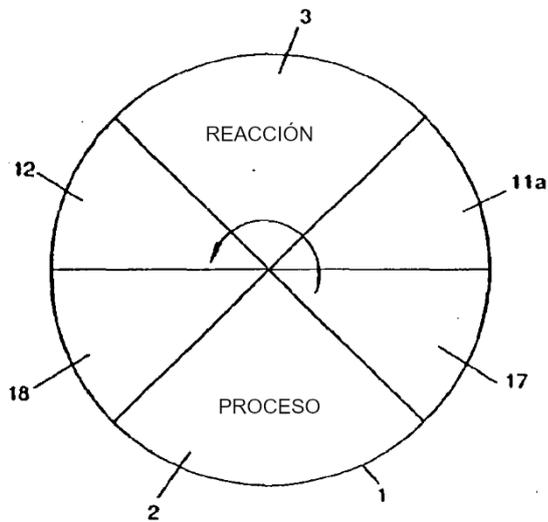


FIG.-4 (b)

PRINCIPIO DE TRABAJO DE RUEDA DE DESHUMIDIFICACIÓN CON DESECANTE CON UN PAR ADICIONAL DE SECTORES DE PURGA

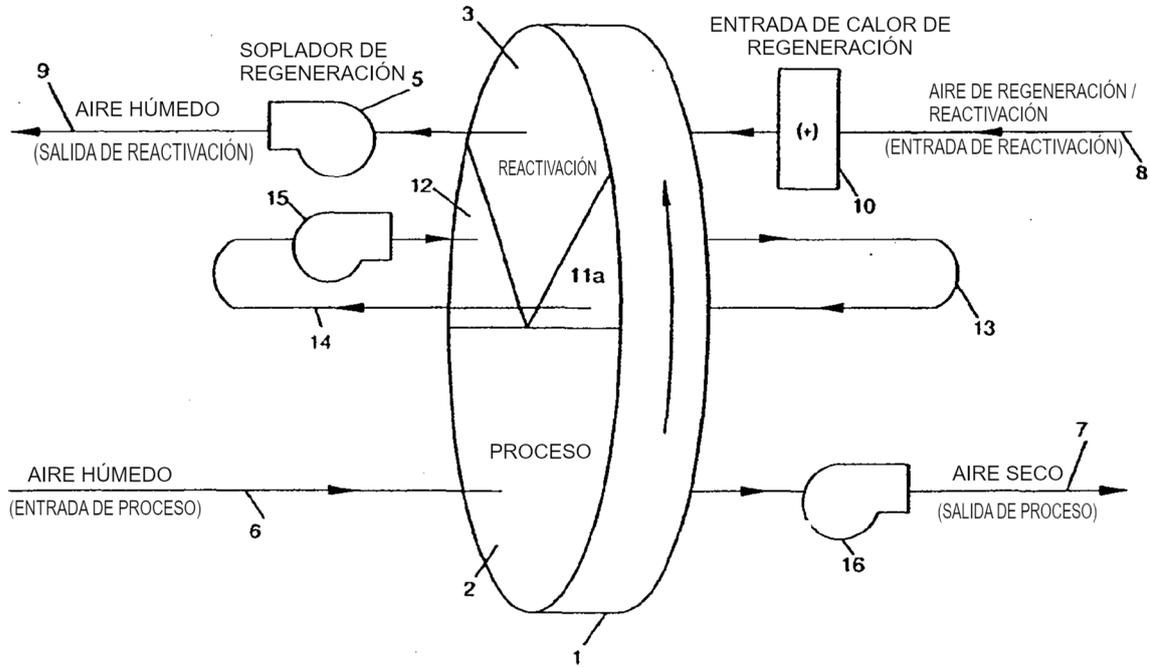


FIG.-3 (a)

DIVISIÓN TÍPICA EN SECTORES DE UNA RUEDA DE DESECANTE CON UN PAR DE SECTORES ADICIONALES

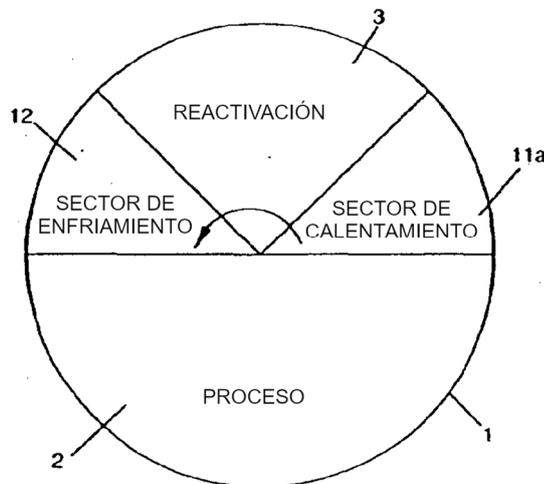


FIG.-3 (b)

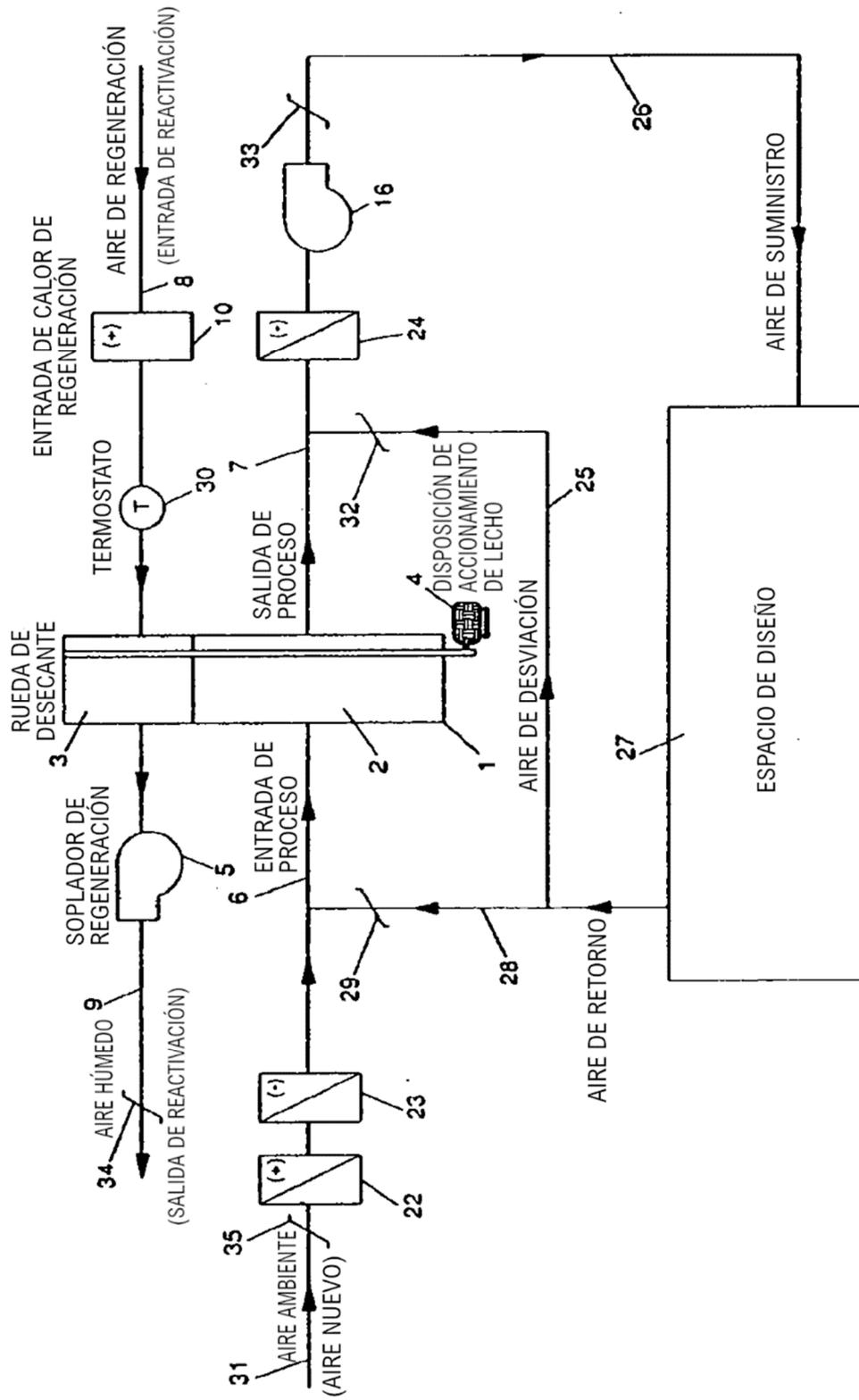


FIG. 5(a)

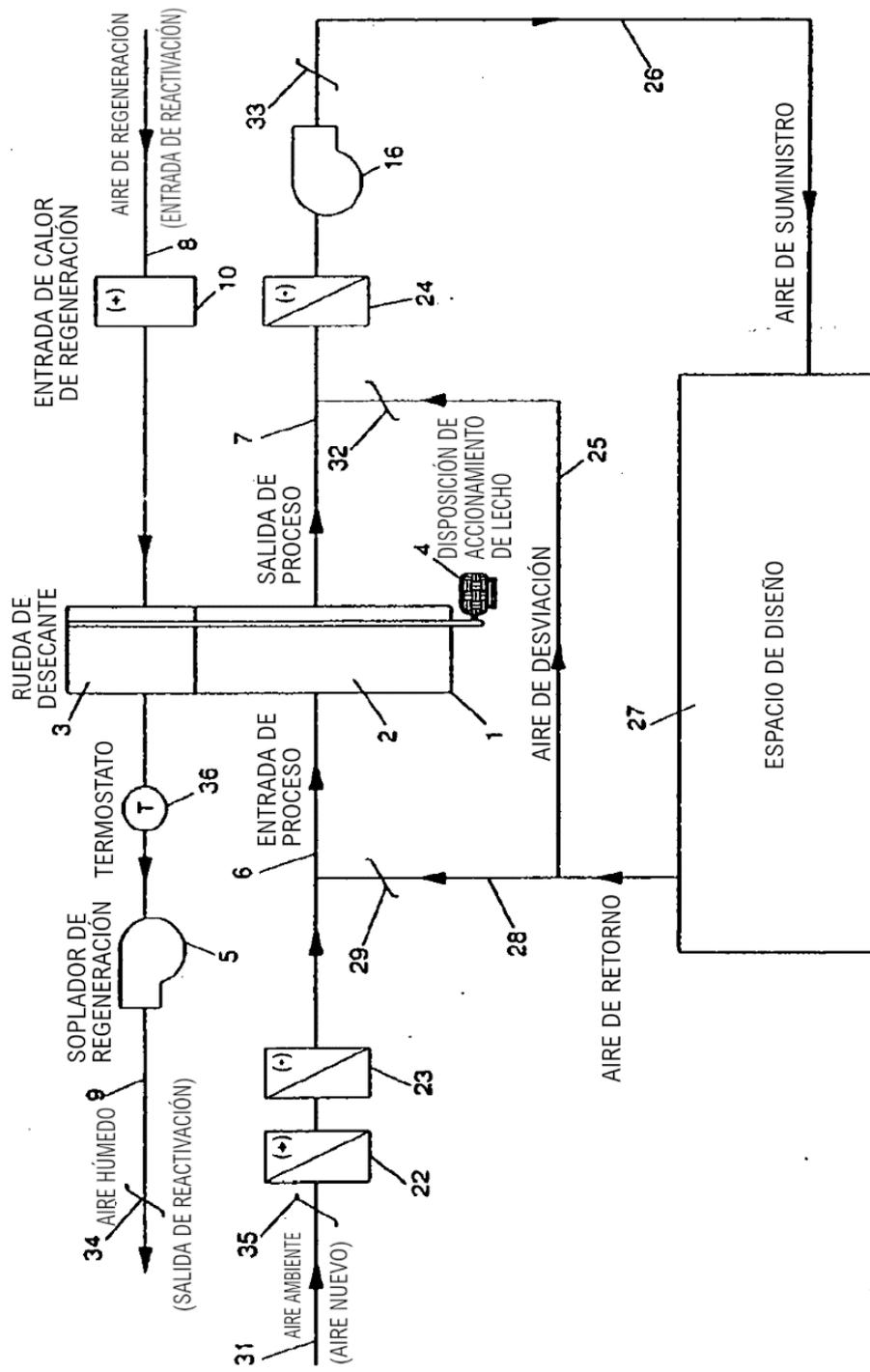


FIG. 5(b)

DIAGRAMA DE FLUJO TÍPICO PARA SECADO DE PRODUCTO

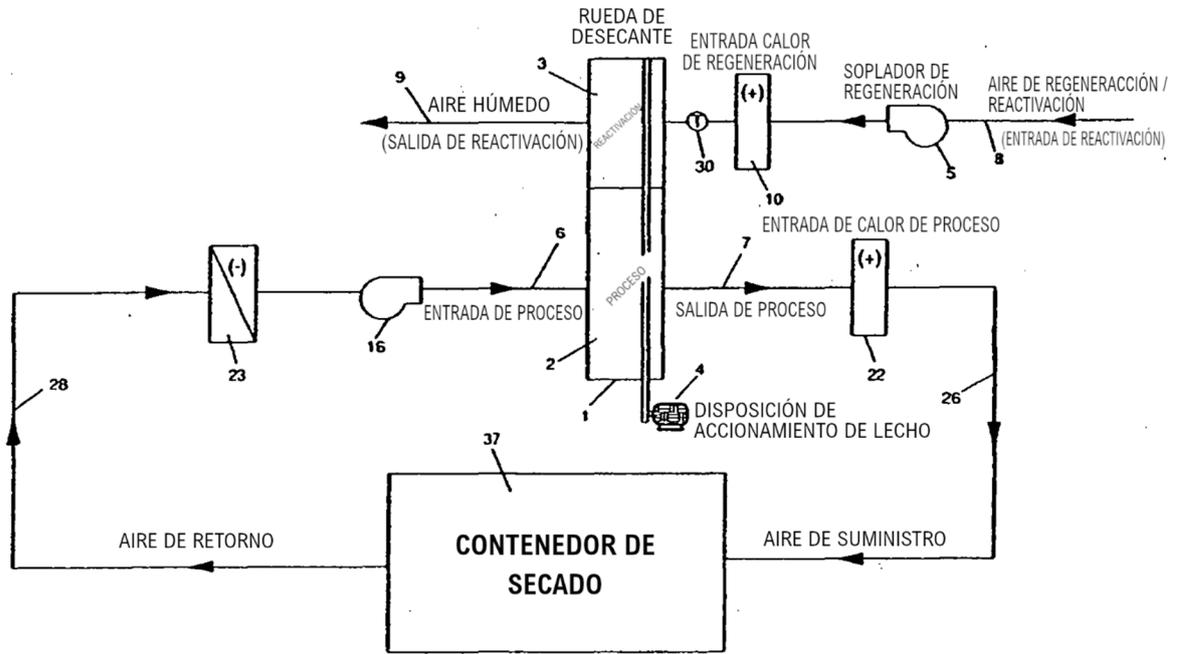


FIG.-6(a)

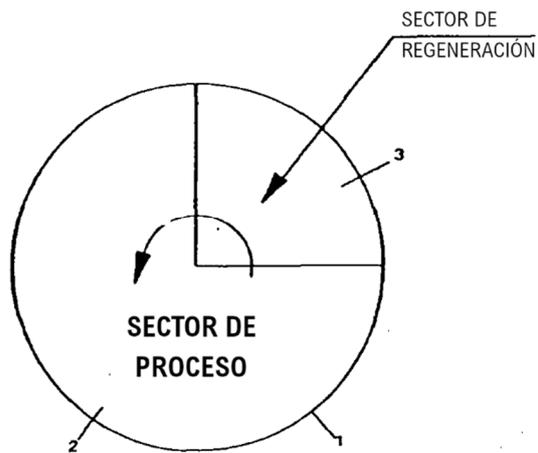


FIG.-6(b)

DIAGRAMA DE RENDIMIENTO Y SUMINISTRO. PROYECTO DE MUESTRA: SISTEMA Y PROCEDIMIENTO
 NUEVOS DE DESHUMIDIFICACIÓN DE ESPACIO FARMACÉUTICO

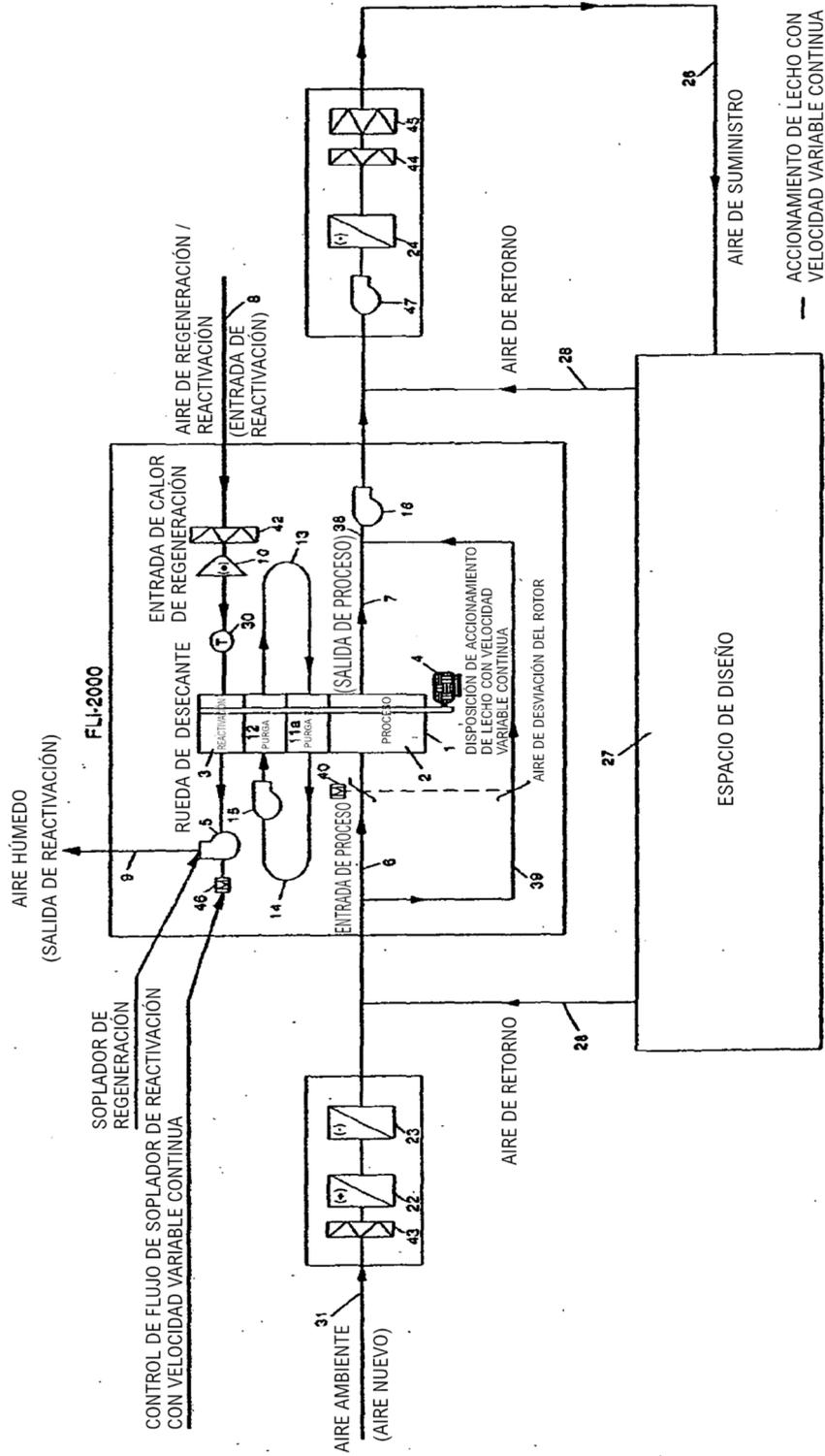


FIG. 8(c)

DIAGRAMA DE RENDIMIENTO Y SUMINISTROS. PROYECTO DE MUESTRA: SISTEMA Y PROCEDIMIENTO
 NUEVOS DE DESHUMIDIFICACIÓN DE ESPACIO FARMACÉUTICO

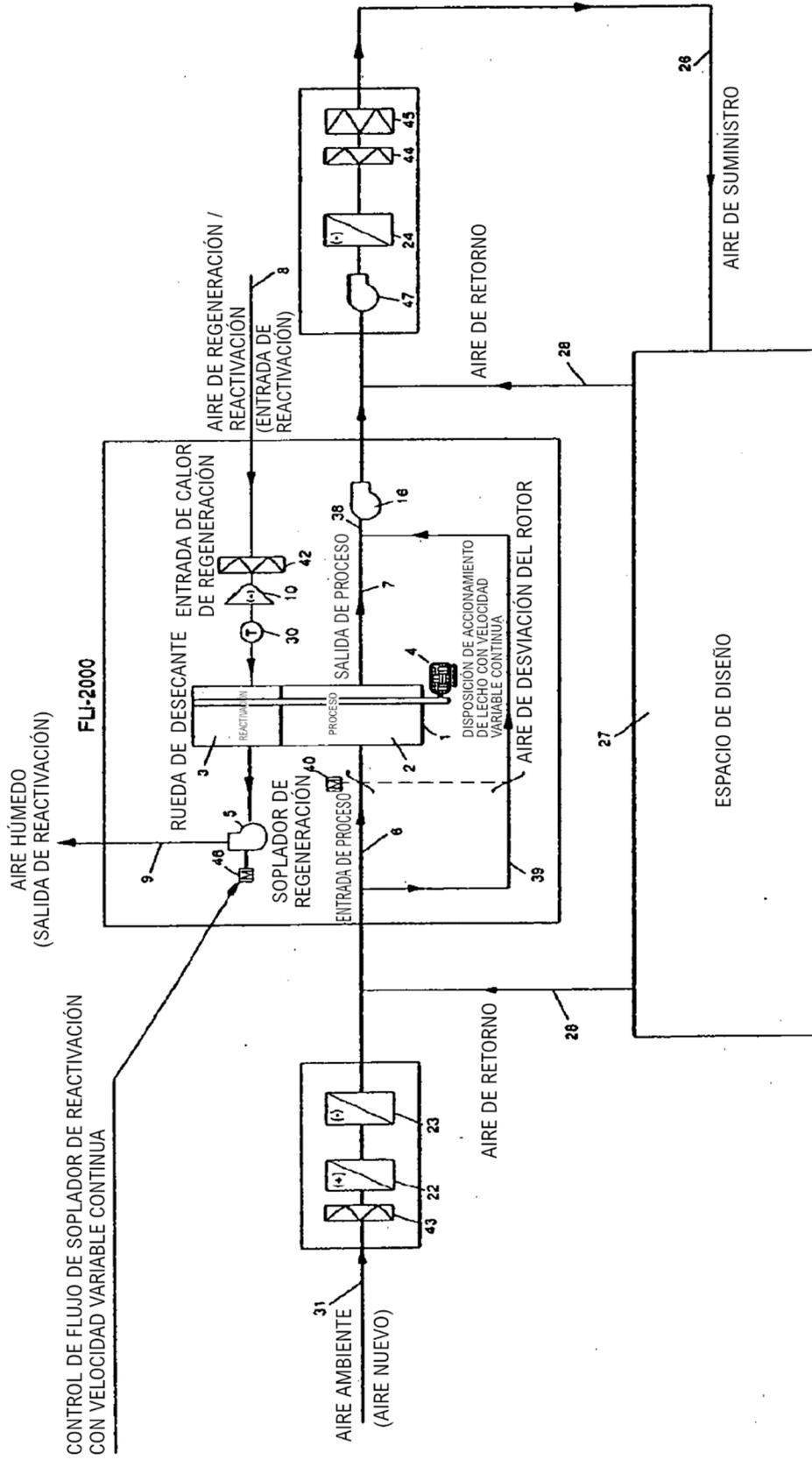


FIG-8(a)

DIAGRAMA DE RENDIMIENTO Y SUMINISTROS. PROYECTO DE MUESTRA: SISTEMA Y PROCEDIMIENTO NUEVOS DE DESHUMIDIFICACIÓN DE ESPACIO FARMACÉUTICO

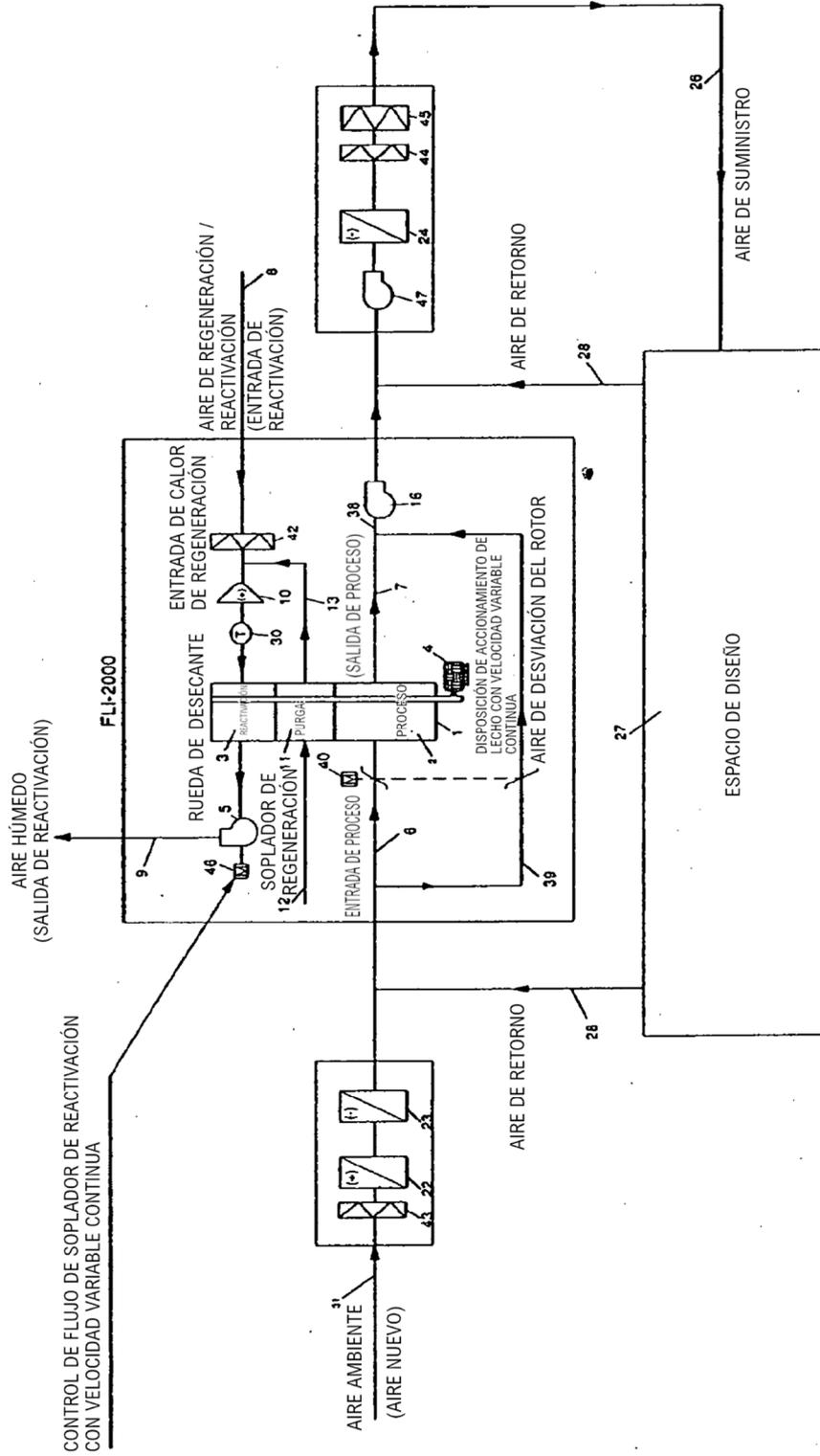


FIG. 8(b)

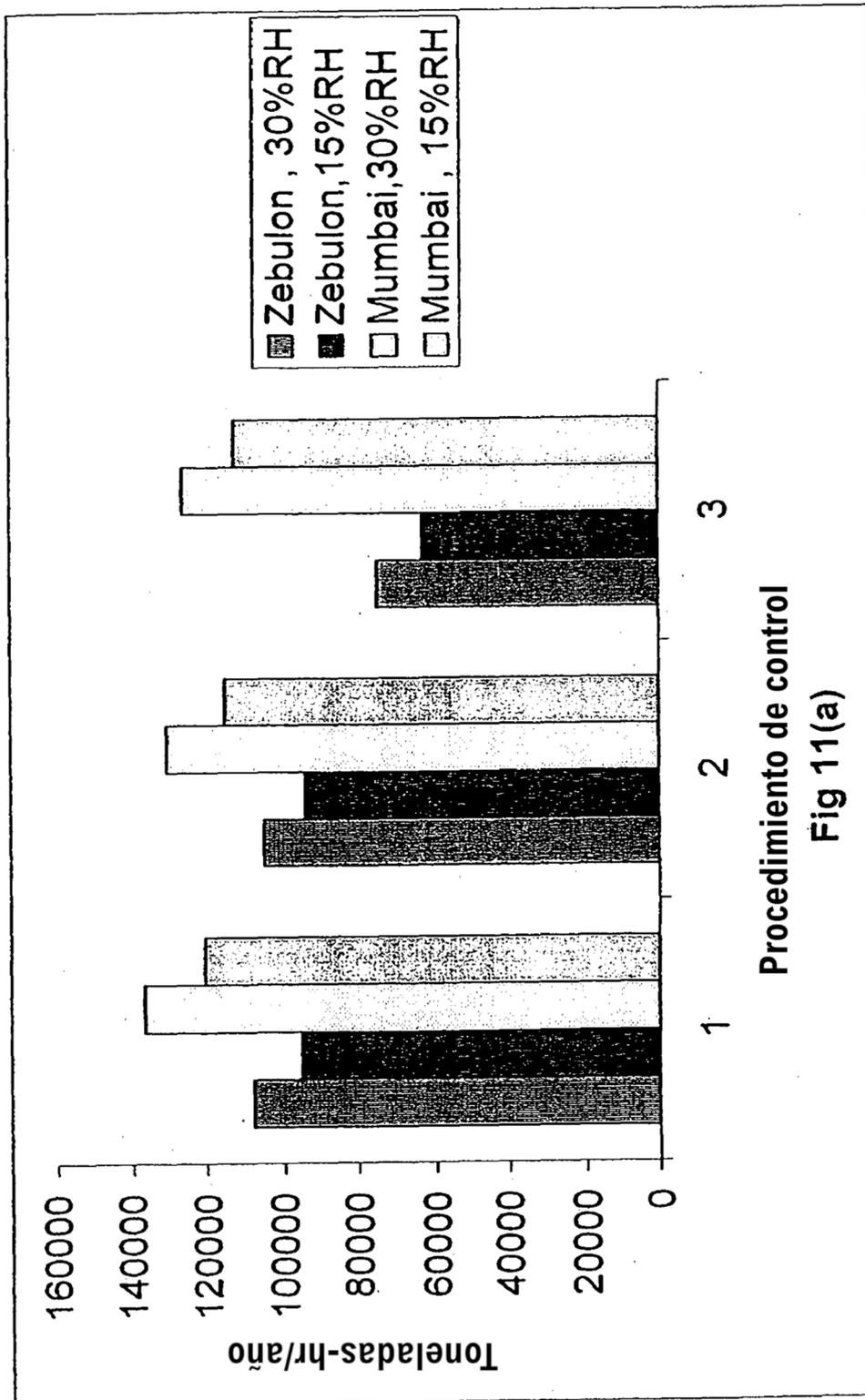


Fig 11(a)

SISTEMA Y PROCEDIMIENTO NUEVOS DE SECADO DE PRODUCTO

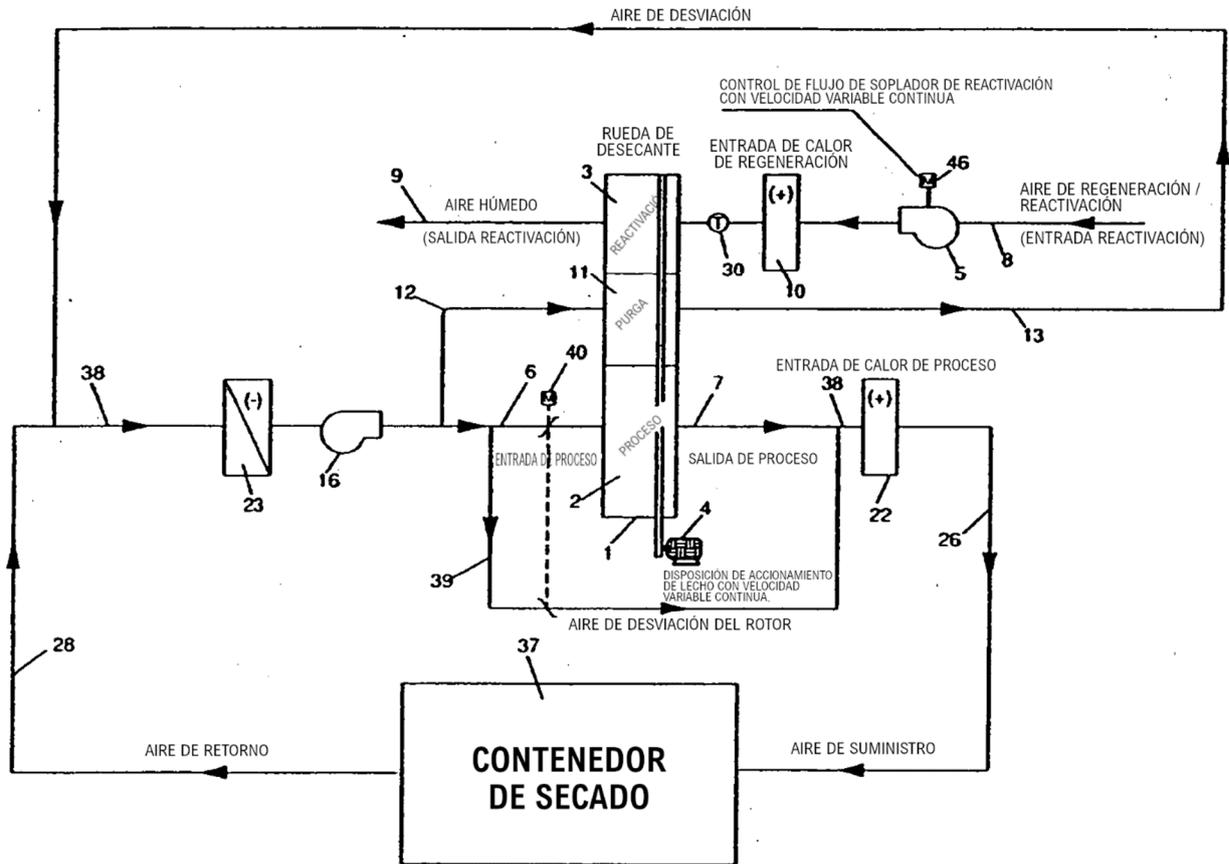


FIG.-10(a)

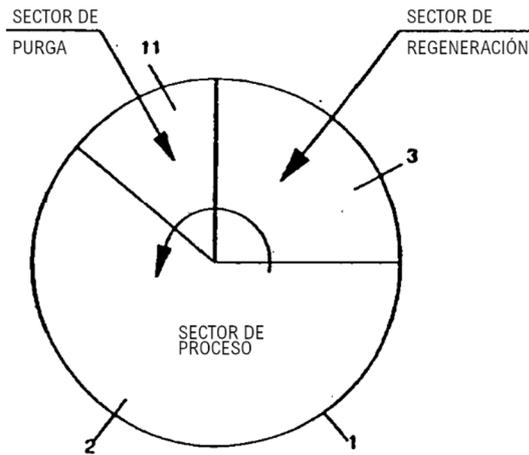
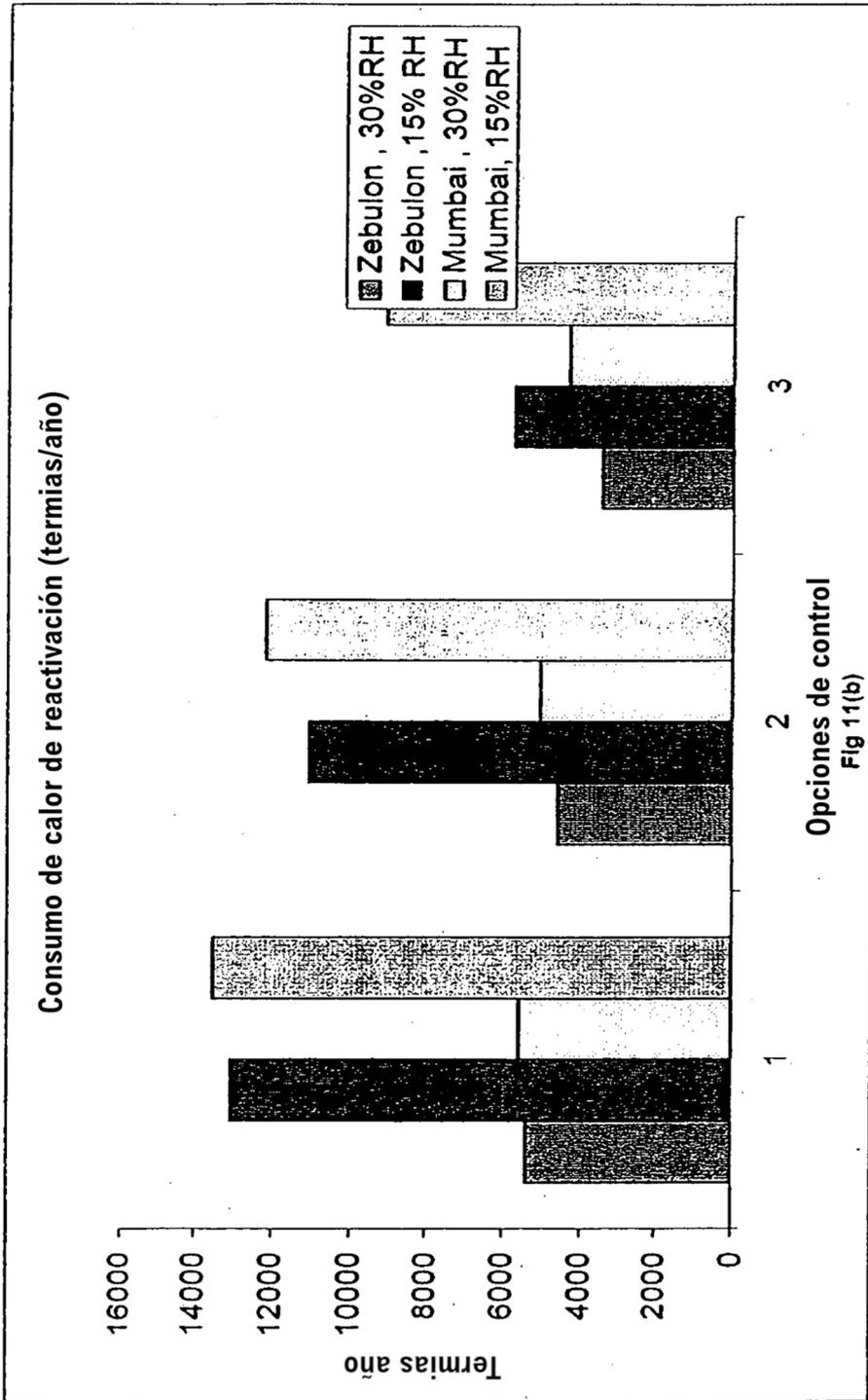
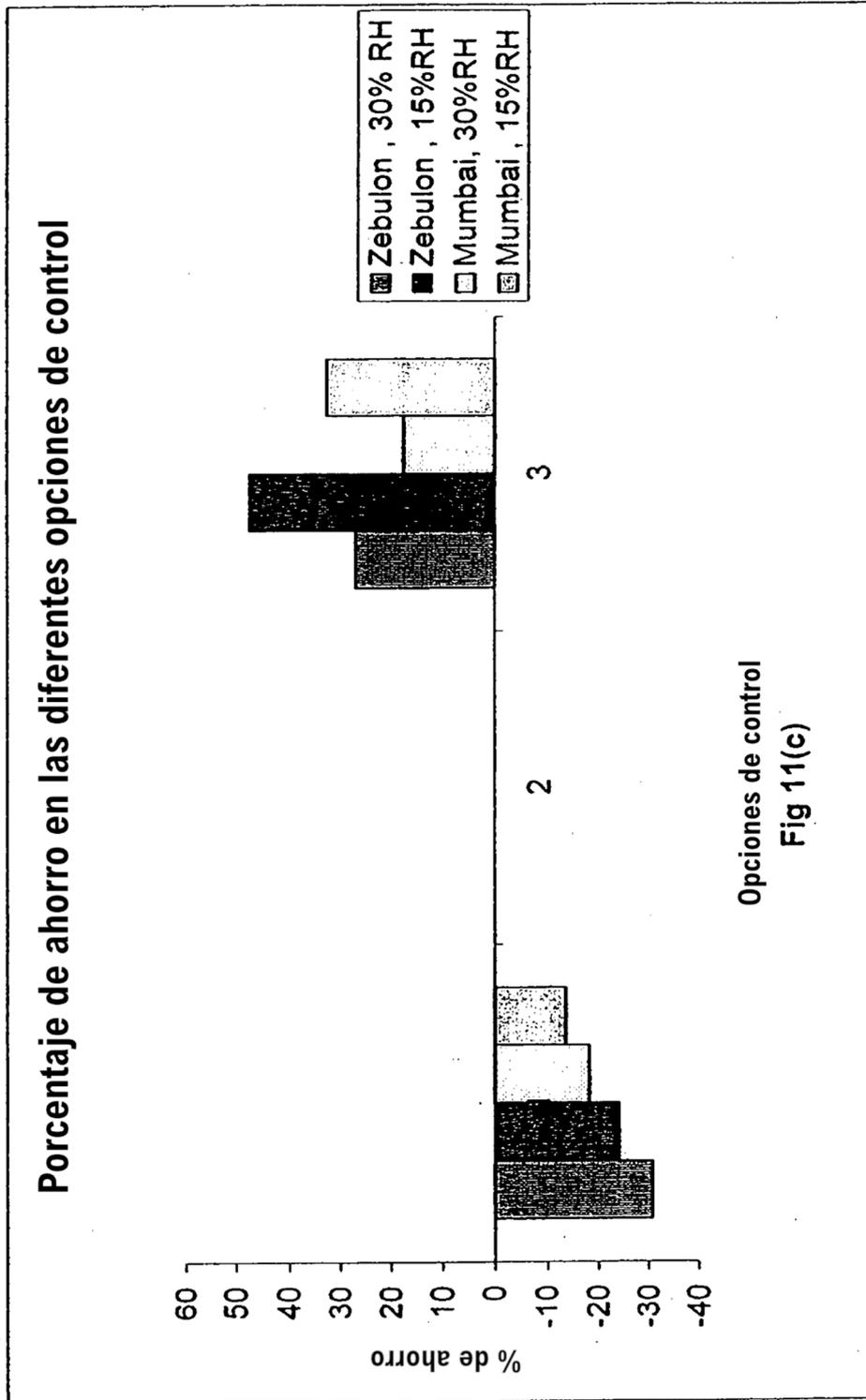


FIG.-10(b)





Opciones de control
Fig 11(c)

ESQUEMA DE FLUJO QUE MUESTRA VARIAS OPCIONES DE COMPONENTES HVAC

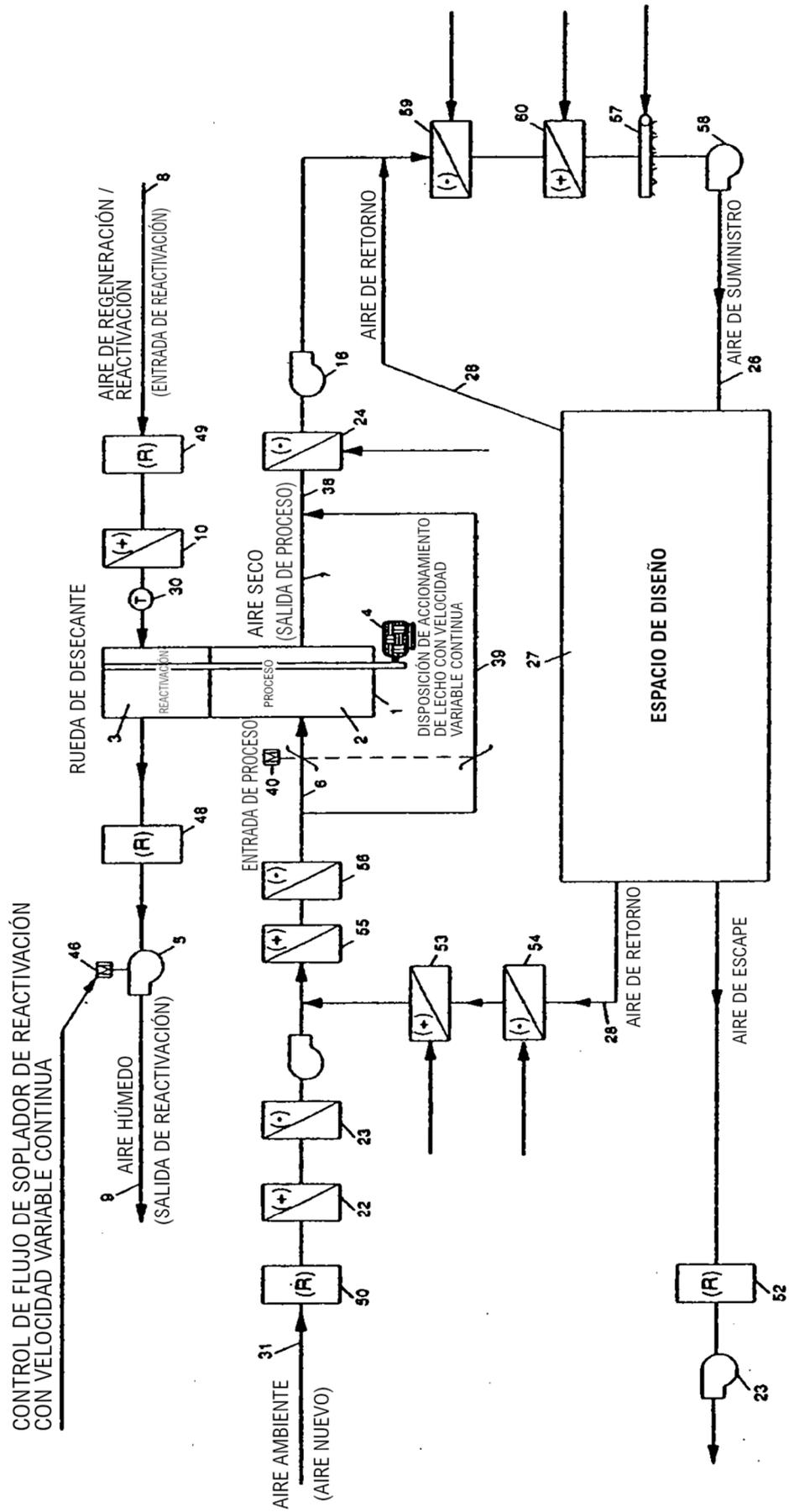


FIG.12