

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 649 087**

51 Int. Cl.:

A01N 59/04 (2006.01)

A01M 1/02 (2006.01)

A01P 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.06.2014 PCT/FR2014/000133**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.12.2014 WO14202843**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.06.2014 E 14738874 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017 EP 3010347**

54 Título: **Procedimiento para capturar mosquitos produciendo dióxido de carbono a partir del aire ambiente**

30 Prioridad:

17.06.2013 FR 1301405

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

10.01.2018

73 Titular/es:

**HBM DISTRIBUTION (100.0%)
69 Avenue de Grasse
06800 Cagnes sur Mer, FR**

72 Inventor/es:

**HAUPTMANN, DOMINIQUE y
BENBASSAT, GÉRARD**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 649 087 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

Procedimiento para capturar mosquitos produciendo dióxido de carbono a partir del aire ambiente

La invención se refiere a un procedimiento para capturar mosquitos produciendo dióxido de carbono (CO₂) a partir del aire ambiente o atmosférico.

5 El hombre ha buscado durante mucho tiempo combatir los insectos picadores, y en especial los mosquitos, que producen picazón y transmiten enfermedades. Hoy en día hay métodos pasivos y activos, sean biológicos o químicos, adaptados al estadio de desarrollo de estos insectos.

10 Se sabe que el CO₂, que los mamíferos y seres humanos en particular exhalan ayuda a algunos insectos a encontrar sus portadores y a localizar su fuente de alimento. Por lo tanto, el CO₂ que espiramos permite a los insectos, en especial a los mosquitos, encontrarnos incluso en la oscuridad total. Los investigadores han identificado incluso receptores sensibles al CO₂ en mosquitos.

Por lo tanto, el hombre ha desarrollado técnicas para atrapar mosquitos usando la difusión de CO₂. El principio de la trampa del mosquito (hembra) adulto es el siguiente:

15 - La trampa emite CO₂ en una cantidad "suficiente" de modo que los mosquitos hembra, que buscan sangre para alimentar sus huevos, se acercan a la trampa,

- Un segundo cebo, que emite olores similares a los de la piel, atrae a los mosquitos incluso más cerca de la trampa,

- La trampa tiene un procedimiento de aspiración que permite que los mosquitos sean capturados.

20 La cantidad "suficiente" de CO₂ debe ser del mismo orden de magnitud que la producida por la respiración de un ser humano, es decir, aproximadamente de 20 a 60 g/hora. Hasta ahora, los intentos de generar el CO₂ químicamente (por ejemplo, a partir de levaduras) no han permitido que se alcanzara este nivel de producción. Los únicos dos sistemas que se usan en la práctica son la combustión de gas butano o gas propano con quemadores de combustión lenta o el uso de cilindros de CO₂ comprimido. Estas técnicas se describen en particular, en los documentos WO9937145, WO200332722, US20060156618 y WO2007135687.

25 En el caso de trampas únicas, usando cilindros convencionales de butano o propano de 13 kg, que durarán aproximadamente un mes de uso, esto es aceptable en términos tanto de coste como de incomodidad que implica el cambio de cilindro. Sin embargo, estas trampas únicas, que se supone que protegen zonas de 1000 a 5000 m², aunque realmente capturan mosquitos, no son capaces de eliminar todos los mosquitos de dichas zonas, y sobretodo no evitan que los mosquitos en las zonas de alrededor sigan siendo una molestia.

30 Para remediar este inconveniente, se desarrolló el concepto de "Biobelt®". Este consiste en rodear la zona que se va a proteger con un conjunto de trampas colocadas cada 8 a 10 metros, variando el número de acuerdo con el perímetro de la zona que se va a proteger. Este principio ha demostrado ser muy eficaz, pero el inconveniente es el mayor consumo de CO₂.

35 El uso de trampas convencionales, cada una con su propio cilindro de butano no se puede contemplar desde un punto de vista práctico o desde el punto de vista del coste del producto consumible. Hoy en día la única solución viable es el uso de un cilindro de CO₂ que suministra a todas las trampas. El problema es que, a pesar de un sistema de difusión de CO₂ cronometrado y limitación de flujo, los cilindros deben sustituirse demasiado a menudo. Por ejemplo, para un conjunto de 8 trampas, un cilindro de CO₂ de 10 kg tendrá que sustituirse hasta dos veces al mes, lo cual es complicado desde un punto de vista de la logística y muy costoso. Esto constituye un verdadero límite a la difusión más amplia de esta tecnología, incluso aunque sea muy eficaz y muy demandada.

40 Por consiguiente, actualmente no hay una solución satisfactoria para capturar mosquitos de forma eficaz, que presente un coste razonable para el individuo privado y que al mismo tiempo sea medioambientalmente respetuoso.

Además, se describen métodos para atrapar mosquitos produciendo dióxido de carbono en los documentos US2013/0142753, US 7.347.994 y WO2006/108244.

45 Por lo tanto, en el contexto actual del respecto al medio ambiente, y para fines de eficacia, se ha visto que es necesario implementar un nuevo procedimiento para capturar mosquitos.

La presente invención proporciona una respuesta a las necesidades indicadas antes, en especial a la eficacia en la captura de mosquitos, instalación barata, y sin inconvenientes en términos de cambiar los cilindros de CO₂ y otros consumibles para la producción de CO₂, y protección del entorno.

50 Por lo tanto, la presente invención se refiere a un procedimiento para capturar mosquitos produciendo dióxido de carbono (CO₂) dirigido hacia una o más trampas de mosquitos, separando el CO₂ del aire ambiente por al menos un sistema central que comprende al menos un lecho de materiales de tipo sólido microporoso, permitiendo usar dicho procedimiento una entrada de flujo de aire ambiente que comprende 0,039% de CO₂ en el sistema central para

producir, en la dirección de una o más trampas, un flujo de salida regular y controlado de CO₂ que comprende al menos 10 g de CO₂ por hora por trampa.

En la presente invención:

- “Capturar mosquitos” significa atraer mosquitos y atraparlos en un recipiente cerrado.

5 - “Trampa de mosquitos” significa un dispositivo sólido de forma adecuada que permite que entren los mosquitos sin dejarlos escapar una vez dentro.

10 - “Sistema central” significa el sistema que separa el CO₂ del aire ambiente y después libera el CO₂ extraído y lo dirige hacia las trampas de mosquitos. Este sistema debe comprender al menos un lecho de materiales de tipo sólido microporoso y puede comprender de dos a cuatro o más lechos de este tipo. El sistema central puede ser parte del mismo dispositivo que la trampa de mosquitos o puede estar situado a unas decenas de metros de esta trampa o estas trampas. El sistema central también puede incluir un cebo de olor en forma sólida o líquida que difunde moléculas que atraen mosquitos en el flujo gaseoso de salida.

- “Lecho de materiales de tipo sólido microporoso” significa cualquier lecho de materiales que:

- separe el CO₂ del aire ambiente por adsorción,

15 - almacene el CO₂ extraído,

- y después libere el CO₂ por desorción,

20 para permitir dirigirlo hacia la trampa de mosquitos. Estos lechos también se llamarán “tamices moleculares” en la presente invención. Para limitar el volumen requerido, los materiales de tipo sólido microporoso deben tener una capacidad de absorción de CO₂ suficientemente alta para suministrar, con o sin una etapa de secado, un flujo de CO₂ con un caudal de al menos 10 g/hora/trampa de CO₂.

Además, el sólido microporoso debe poder aguantar numerosos ciclos de “adsorción/desorción” sin deteriorarse, de modo que se pueda usar durante al menos un año o incluso varios años. Los lechos de materiales de tipo sólido microporoso pueden funcionar de forma alterna o simultánea.

25 - Funcionamiento “alterno” del lecho de material microporoso significa que el lecho de material adsorbe el CO₂ durante un periodo de tiempo determinado y después desorbe el CO₂ durante un periodo de tiempo determinado.

- Funcionamiento “simultáneo” de los lechos de materiales microporosos significa que un lecho de material adsorbe el CO₂ mientras el otro lecho de material desorbe el CO₂ durante un periodo de tiempo determinado.

30 - “Lechos de secado de H₂O”, también llamados “tamices de secado”, significa lechos de material que permiten eliminar el H₂O por adsorción y después desorción. Estos materiales incluyen, por ejemplo, zeolitas de tipo 3A, vendidas en particular con el nombre de Z303 por Zeochem.

35 - “Flujo regular y controlado” significa un flujo regular de CO₂ en cada trampa, cuya intensidad es constante a lo largo de todo el periodo de difusión, por ejemplo, 10, 20, 30 o 40 g/hora. Con el fin de reducir el consumo de electricidad diario, también se puede añadir un programador para limitar los periodos de difusión de CO₂ a determinados tiempos del día, por ejemplo al amanecer y atardecer (los periodos cuando los mosquitos son más activos) y a horas de presencia humana en la zona protegida.

- “Continuo o alterno” significa que el flujo de gas de salida regular controlado es continuo (sin ninguna parada del flujo) o alterno (que sigue un ciclo regular de parada/activación durante algunos segundos de tiempo).

- “Capacidad de adsorción” significa la capacidad para separar el CO₂ del aire ambiente en los lechos de material.

40 - “Temperatura ambiente” significa la temperatura en el exterior durante el día o la noche en la que los mosquitos son activos. Esta temperatura puede variar de 15 a 40 grados Celsius.

- La producción con un “ciclo corto”, “ciclo medio” y “ciclo largo”, significa la producción de CO₂ que dura una media de 10 a 30 segundos, una hora y 10 horas, respectivamente.

Descripción de las figuras:

45 La figura 1 muestra un diagrama esquemático del funcionamiento del procedimiento según la invención. El asterisco (*) en la figura 1 indica que dependiendo del tamiz molecular elegido y el medio de difusión del CO₂ hacia las trampas, puede ser necesario eliminar la humedad del aire.

La figura 2 muestra un diagrama esquemático detallado de un sistema de separación y difusión de CO₂ alternado, sin secado de aire, con un solo tamiz molecular. Este sistema está equipado con un controlador de inversión de flujos (adsorción, desorción) y de calentamiento de los tamices (desorción). Debe indicarse que las válvulas de

5 inversión de los tamices no son del mismo tamaño; para la admisión de aire es necesaria una válvula solenoide con una sección grande (por ejemplo, 10 cm de diámetro) y para la producción del flujo gaseoso de CO₂ es suficiente una miniválvula con una sección pequeña (de algunos milímetros de diámetro). Si es necesario, se añade un condensador de agua. Para los mosquitos que duermen por la noche, tales como Aedes Albopictus, conocido como el “mosquito tigre”, el CO₂ puede ser adsorbido y almacenado durante la noche y después dirigido hacia las trampas durante el día.

10 La figura 3 muestra un diagrama esquemático detallado de un sistema de separación y difusión de CO₂ sin secado del aire que entra, con dos tamices moleculares que funcionan de forma alterna en tándem. Este sistema está equipado con un controlador de inversión de flujos (adsorción, desorción) y de calentamiento de los tamices (desorción). Si es necesario, se añade un condensador de agua.

La figura 4 muestra un diagrama esquemático detallado de un sistema de separación y difusión del CO₂ sin secado del aire que entra, con un solo tamiz molecular y un solo tamiz de H₂O (secado). Para los mosquitos que duermen por la noche, tales como Aedes Albopictus, conocido como el “mosquito tigre”, el CO₂ puede ser adsorbido y almacenado durante la noche y después dirigido hacia las trampas durante el día.

15 La figura 5 muestra un diagrama esquemático detallado de un sistema de separación y difusión del CO₂ con secado del aire que entra, que comprende dos tamices moleculares y dos tamices de H₂O (secado).

La figura 6 muestra un diagrama esquemático de la fase de desorción del CO₂ con control del flujo y de la distribución de CO₂ hacia múltiples trampas situadas a algunas decenas de metros.

20 La figura 7 muestra un dispositivo del sistema central que implementa el procedimiento para la captura de mosquitos de acuerdo con la invención, que comprende dos tamices moleculares que trabajan de forma alterna en tándem, suministrando a una trampa única y colocado en la trampa.

La invención se describe a continuación de una forma más detallada, también con realizaciones preferidas.

25 Como se ha indicado antes, el procedimiento de acuerdo con la invención se puede usar para producir un flujo gaseoso de salida, regular, controlado, de CO₂. Esta producción o difusión de CO₂ se llevará a cabo, por supuesto, durante las horas del día en las que están presentes los mosquitos. Cuando los mosquitos son mosquitos del tipo Aedes Albopictus, conocido como el “mosquito tigre”, duermen por la noche. En este caso, el procedimiento implementado de acuerdo con la invención permitirá producir un flujo de salida gaseoso durante el día, con adsorción y almacenamiento del CO₂ en el sistema central durante la noche y desorción del CO₂ durante el día. La producción de CO₂ con un caudal regular controlado se llevará a cabo durante el día.

30 Aunque el consumo eléctrico del procedimiento de acuerdo con la invención es relativamente pequeño (comparado con la cantidad de CO₂ separado del aire ambiente), se puede reducir su “huella de carbono” equipándolo con un sensor solar para suministrar toda o parte de la energía necesaria para el funcionamiento correcto del procedimiento.

35 En una realización preferida según la invención, el flujo gaseoso de salida del procedimiento según la invención es continuo o alterno. Para reducir el coste del dispositivo que implementa el procedimiento según la invención, se prefiere reducir el flujo medio de CO₂ en un factor considerable, sin ninguna reducción en la eficacia, difundiendo de forma alterna, a lo largo de un ciclo por ejemplo, de aproximadamente 20 s:10 s de difusión seguido de la detención de la difusión durante 10 s.

40 Por lo tanto, el procedimiento para capturar mosquitos según la invención comprenderá un sistema central, que comprende un lecho de materiales de tipo microporosos y posiblemente un lecho de secado de agua (tamiz de H₂O), que suministra CO₂ a una o más trampas. Sin embargo, no se descarta que el procedimiento pueda comprender varios sistemas centrales, que comprenda cada uno un lecho de materiales de tipo microporoso y posiblemente un lecho de secado de agua (tamiz de H₂O), suministrando cada uno a una o más trampas. Estas diferentes posibilidades deben usarse de acuerdo con las dimensiones del sitio que se va a proteger y la densidad de los mosquitos.

45 En una realización más preferida de acuerdo con la invención, el flujo gaseoso de salida comprende entre 50 y 100% de CO₂, mientras que el resto es aire húmedo. El flujo de CO₂ no es necesario que sea puro; puede estar mezclado con aire o humedad. Puesto que el CO₂ es liberado en el aire en la trampa, se mezcla con este y se dispersa. El parámetro importante mencionado en el procedimiento de acuerdo con la invención es el flujo de CO₂ en masa, que debe ser al menos aproximadamente 10 gramos por hora como media.

50 Por lo tanto, el flujo gaseoso de salida puede comprender una mezcla de CO₂ + aire + H₂O con los siguientes límites:

55 - El flujo gaseoso total debe permanecer en el mismo orden de magnitud que el flujo de CO₂ puro, para evitar el aumento del coste de la distribución del flujo hacia las trampas; por lo tanto, debe haber incluido al menos 50% de CO₂ en el flujo gaseoso total,

- La humedad debe ser suficientemente baja para evitar causar condensación en la red de distribución del flujo gaseoso.

Esta realización permite limitar el coste de la implementación del procedimiento según la invención.

5 En otra realización según la invención, el flujo gaseoso de salida está compuesto de CO₂ puro. Esta realización será más cara pero es factible.

10 En otra realización preferida según la invención, el lecho de materiales de tipo sólido microporoso presenta una capacidad de adsorción de CO₂ de al menos 0,4 mol/kg a presión atmosférica y a temperatura ambiente. Preferiblemente, la capacidad de adsorción de CO₂ es de 0,7 a 0,8 mol/kg a presión atmosférica y a temperatura ambiente. Esta capacidad permite el almacenamiento y después, tras la desorción, la producción del flujo gaseoso de salida de CO₂ de al menos 10 g/hora/trampa para aproximadamente una decena de trampas. Por lo tanto, para un procedimiento que se puede usar para suministrar a 10 trampas, el caudal gaseoso de salida será al menos 200 g/hora, enviándose posteriormente el flujo gaseoso de salida a cada trampa, para un suministro de 10 g/hora/trampa.

15 En otra realización más muy preferida según la invención, el lecho de materiales de tipo sólido microporoso consiste en zeolitas o fibras de celulosa injertadas con amina.

Los ejemplos de dichos materiales de tipo sólido microporoso preferidos incluyen:

20 - Zeolitas comerciales tales como zeolitas Li-LSX (LowSilica X zeolite) que tienen capacidades de adsorción altas: 1,34 mol/kg o 5,9% en masa¹. Puesto que estos materiales son extremadamente sensibles a la humedad, es esencial una etapa de secado. En este caso, se añade al menos un tamiz de secado de agua en el procedimiento para la captura de mosquitos según la invención. Estos tamices de desecación de agua consisten, por ejemplo, en zeolitas tipo 3A, KA. Las figuras 4 y 5 muestran un diagrama del procedimiento que comprende tamices de secado de agua.

25 - Celulosa injertada con aminas^{2,3}. Este material tiene una alta capacidad de adsorción de 1,4 mol/kg (6,2% en masa) a presión atmosférica y a temperatura ambiente. Este material se ha usado para la captura conjunta del CO₂ y de la humedad en un intervalo de humedad relativa de 20 a 80%. La presencia de la humedad favorece la adsorción del CO₂.

En otra realización preferida según la invención el lecho o lechos de material microporoso permiten la adsorción, almacenamiento y desorción del CO₂ del aire ambiente de forma alterna o simultánea.

30 Así pues, el modo alterno tiene un sistema central que comprende un lecho de material microporoso que, durante la noche, adsorbe y almacena el CO₂ del aire ambiente y, durante el día, libera el CO₂ para permitir la producción de un flujo regular controlado de CO₂ hacia las trampas. Este funcionamiento es posible por las válvulas solenoides controladas por un programador y que permiten la inversión de los flujos en los tamices moleculares como se indica en la figura 2. La desorción se lleva a cabo calentando el tamiz molecular usando, por ejemplo, un elemento calentador que está colocado en el tamiz y cuyo suministro eléctrico es controlado por un programador. Una bomba de extracción permite extraer el CO₂ del tamiz y enviarlo hacia las trampas. Un regulador permite ajustar la presión del flujo de salida a un valor constante determinado, por ejemplo, 0,7 bar. Se obtiene entonces la regulación del flujo poniendo en cada trampa un filtro limitador de flujo que proporciona un flujo gaseoso constante que comprende al menos 10 g/hora de CO₂, por ejemplo, 20 g/hora de CO₂.

40 El modo simultáneo tiene un sistema central que comprende al menos dos lechos de material microporoso. Uno de los lechos permite la adsorción y almacenamiento del CO₂, mientras que los otros permiten la desorción del CO₂, invirtiéndose periódicamente su función y su actividad simultánea. Por lo tanto, el procedimiento para capturar mosquitos según la invención puede funcionar de forma continua durante cualquier periodo. Este funcionamiento se hace posible mediante válvulas solenoides controladas por un programador y que permiten la inversión de los flujos en los tamices moleculares como se indica en la figura 3. La desorción se lleva a cabo calentando el tamiz molecular usando elementos calentadores que están colocados en los tamices y cuyo suministro eléctrico está controlado mediante un programador. Una bomba de extracción permite extraer el CO₂ del tamiz y enviarlo hacia las trampas. Un regulador permite ajustar la presión del flujo de salida a un valor constante determinado, por ejemplo, 0,7 bar. La regulación del flujo se obtiene entonces colocando en cada trampa un filtro limitador del flujo que proporciona un flujo gaseoso constante que contiene, por ejemplo, 20 g/hora de CO₂.

50 Los siguientes ejemplos sirven para ilustrar la invención y no deben limitar de ninguna forma el alcance del objeto descrito en las reivindicaciones.

A partir de los siguientes ejemplos y según el material adsorbente elegido, se puede desarrollar un procedimiento que comprende otras combinaciones posibles de los parámetros, tales como:

- funcionamiento con separación/difusión del CO₂ alterna o simultánea,

- con secado previo del aire o no
- con un tiempo de ciclo de separación/difusión del CO₂ de duración variable,
- con difusión de CO₂ alterna o continua.

5 Los datos cuantitativos suministrados en estos ejemplos se dan con respecto a los materiales de tipo sólido microporoso elegidos.

Ejemplo 1: Sistema centralizado, con separación y difusión de CO₂ alterna, con secado del aire que entra y con un ciclo largo.

En este ejemplo, el sistema centralizado suministra a 10 trampas, acumula el CO₂ durante 10 horas por la noche y lo difunde durante 10 horas también, durante el día.

10 La figura 4 corresponde al procedimiento descrito en este ejemplo.

Materiales adsorbentes:

15 El adsorbente elegido es una zeolita 13X (su forma de litio LiSX)⁽¹⁾, disponible en el mercado, con una capacidad de adsorción de CO₂ de aproximadamente 3% a 25°C, a presión atmosférica y con una concentración de CO₂ de 0,039%. Puesto que este tipo de adsorbente es sensible a la humedad, es necesario secar el aire antes de que entre en el tamiz de zeolita. El aire se seca haciéndolo pasar a través de un tamiz de alúmina con una capacidad de adsorción de H₂O de aproximadamente 18 a 20%.

Descripción funcional:

20 El aire ambiente primero pasa a través de un tamiz de secado y después entra en un tamiz adsorbente de CO₂, y el aire seco y empobrecido en CO₂ es emitido a la atmósfera. Estos flujos de aire son controlados por válvulas solenoides cuyo diámetro interior de flujo es suficiente para evitar que se produzca cualquier disminución de presión. Un ventilador de succión fuerza el paso del aire a través de los tamices.

25 Al final del ciclo de adsorción, el controlador cierra las válvulas solenoides de admisión de aire, detiene el ventilador de extracción de aire y empieza el ciclo de desorción y difusión de CO₂. Esto se lleva a cabo mediante una combinación de dos acciones: primero por calentamiento del tamiz por un elemento calentador eléctrico insertado en el material, y segundo, por la apertura de la válvula solenoide y la puesta en marcha de la bomba de extracción de CO₂; esto crea una depresión en el tamiz y una sobrepresión hacia las trampas. Esta sobrepresión se mantiene a un valor determinado mediante un limitador de presión. El CO₂ se lleva hacia las trampas mediante un tubo. En cada trampa, un limitador de flujo que consiste en una restricción permite distribuir el CO₂ uniformemente entre las trampas con un caudal que depende del valor de la presión.

30 El CO₂ se difunde de forma continua o alterna activando y deteniendo la bomba de extracción de forma cíclica (con un ciclo de unas decenas de segundos).

El ciclo de regeneración del tamiz de secado se activa al mismo tiempo que el ciclo de desorción/difusión del CO₂. El tamiz de secado se calienta al mismo tiempo que se abren la válvula solenoide y la bomba de extracción de H₂O. La bomba crea una depresión en el tamiz y el vapor de agua es evacuado al exterior donde condensa parcialmente.

35 Dimensionamiento:

Las siguientes dimensiones, calculadas para un caudal continuo de 20 g/hora/trampa, se pueden dividir por la mitad adoptando un flujo alterno, que suministra una media de 10 g/hora/trampa.

Hacen falta aproximadamente 100 kg de zeolita 13X para acumular al menos 2 kg de CO₂ el cual se difundirá durante el día con un caudal de 200 g/hora, lo que proporciona un caudal de 20 g/hora en cada trampa.

40 Para alcanzar la saturación de la zeolita en 10 horas, el ventilador de extracción de aire debe suministrar un caudal de aire de aproximadamente 350 m³/hora (es decir, un ventilador con un diámetro de 20 a 25 cm). La geometría del tamiz se adapta de modo que la velocidad del movimiento del aire en el tamiz no es más de aproximadamente 0,3 m/s, que se obtiene con una sección de contacto del tamiz de al menos 0,35 m².

45 Para la fase de desorción/difusión del CO₂, el tamiz se calienta a una temperatura de aproximadamente 180°C y la bomba de extracción de CO₂ debe permitir la creación de una depresión de 200 mbar en el tamiz y una presión relativa de 700 mbar, suministrando un flujo de 2 litros/min de CO₂ hacia las trampas.

Con un aire que tiene un nivel de humedad relativa de 80%, y una parte de secado del sistema implementada con un solo tamiz que acumula el agua durante 10 horas, se requieren aproximadamente 300 kg de alúmina.

50 Reteniendo el funcionamiento alterno para el CO₂, se puede usar el funcionamiento en tándem (como en el ejemplo 2) para el secado, para así reducir la cantidad de alúmina necesaria.

La fase de regeneración del desecante se lleva a cabo calentando la alúmina a 200°C y creando una depresión de aproximadamente 500 mbar con una bomba de extracción capaz de suministrar 15 litros/min de vapor de agua.

Ejemplo 2: Sistema centralizado, con separación y difusión de CO₂ simultánea, sin secado del aire que entra y con un ciclo medio.

- 5 En este ejemplo, el sistema centralizado suministra a 10 trampas, con un caudal de 20 g/hora/trampa, funcionando con 2 tamices que trabajan en tándem simultáneamente, uno que acumula CO₂ mientras que el otro lo libera, en un ciclo de aproximadamente 1 hora.

La figura 3 corresponde al procedimiento descrito en este ejemplo.

Materiales adsorbentes:

- 10 El adsorbente elegido es una fibra de celulosa impregnada con amina^(2,3), con una capacidad de adsorción de CO₂ de aproximadamente 3% a 25°C, a presión atmosférica y con una concentración de CO₂ de 0,039%. Con este tipo de adsorbente, la presencia de humedad en el aire facilita la adsorción de CO₂: por lo tanto no es necesario secar el aire antes de que entre en el tamiz molecular.

Descripción funcional:

- 15 De forma cíclica, uno de los tamices está en la fase de adsorción y almacenamiento de CO₂ mientras que el otro está en la fase de desorción y difusión de CO₂. La duración de este ciclo corresponde al tiempo de saturación de CO₂ durante la fase de adsorción.

El tamiz en la fase de adsorción es atravesado por el aire ambiente que, una vez empobrecido en CO₂, es emitido a la atmósfera. Se abren a continuación las dos válvulas solenoides que controlan la admisión y la emisión del aire.
20 Estas válvulas solenoides tienen un diámetro interno de flujo suficiente para dejar pasar un flujo de aire suficiente sin producir una disminución de presión. Un ventilador de succión fuerza el paso del aire a través de los tamices.

- 25 Las dos válvulas solenoides correspondientes del tamiz en la fase de desorción se cierran. Este tamiz se calienta mediante un elemento calentador eléctrico insertado en el material, y se extrae el CO₂ del mismo mediante la bomba de extracción de CO₂, a través de la correspondiente válvula solenoide que entonces se abre. El CO₂ es llevado hacia las trampas mediante un tubo. En cada trampa, un limitador de flujo que consiste en una restricción permite distribuir el CO₂ uniformemente entre las trampas con un caudal que depende del valor de la presión.

La celulosa aminada también adsorbe moléculas de agua que son desorbidas al mismo tiempo que el CO₂ en forma de vapor de agua. Para evitar que la condensación de este agua en los tubos que transportan el CO₂ hacia las trampas, interfiera con este transporte, se coloca un condensador en el circuito del procedimiento.

- 30 El CO₂ se difunde de forma continua o alterna activando y deteniendo la bomba de extracción de forma cíclica (con un ciclo de unas decenas de segundos).

Al final del ciclo, el programador invierte las posiciones de las válvulas solenoides junto con el calentamiento del tamiz.

Dimensionamiento:

- 35 Las siguientes dimensiones, calculadas para un caudal continuo de 20 g/hora/trampa, se pueden dividir por la mitad adoptando un flujo alterno, que suministra una media de 10 g/hora/trampa.

Hacen falta aproximadamente 10 kg de celulosa aminada para acumular al menos 200 g de CO₂ el cual se difundirá durante 1 hora con un caudal de 200 g/hora, lo que proporciona un caudal de 20 g/hora en cada trampa.

- 40 Para obtener la saturación de la celulosa en 1 hora, el ventilador de extracción debe suministrar un caudal de aire de aproximadamente 350 m³/hora (es decir, un ventilador con un diámetro de 20 a 25 cm). La geometría del tamiz se adapta de modo que la velocidad del movimiento del aire en el tamiz no es más de aproximadamente 0,3 m/s, que se obtiene con una sección de contacto del tamiz de al menos 0,35 m².

- 45 Para la fase de desorción/difusión del CO₂, el tamiz se calienta a una temperatura de aproximadamente 95°C y la bomba de extracción de CO₂ permite la creación de una depresión de 100 mbar en el tamiz y una presión relativa de 700 mbar suministrando un flujo de 2 litros/min de CO₂ hacia las trampas.

Ejemplo 3: Sistema con separación y difusión de CO₂ simultánea, integrado en una trampa, sin secado del aire que entra y con un ciclo medio.

- 50 En este ejemplo, el sistema centralizado suministra solo a una trampa, con un caudal de 20 g/hora/trampa, funcionando con 2 tamices que trabajan en tándem simultáneamente, uno que acumula CO₂ mientras que el otro lo libera, en un ciclo de aproximadamente 1 hora.

La figura 8 corresponde al procedimiento descrito en este ejemplo.

Materiales adsorbentes:

5 El adsorbente elegido es una fibra de celulosa impregnada con amina^(2,3), con una capacidad de adsorción de CO₂ de aproximadamente 3% a 25°C, a presión atmosférica y con una concentración de CO₂ de 0,039%. Con este tipo de adsorbente, la presencia de humedad en el aire facilita la adsorción del CO₂; por lo tanto no es necesario secar el aire antes de que entre en el tamiz molecular.

Descripción funcional:

10 De forma cíclica, uno de los tamices está en la fase de adsorción y almacenamiento de CO₂ mientras que el otro está en la fase de desorción y difusión de CO₂. La duración de este ciclo corresponde al tiempo de saturación del CO₂ durante la fase de adsorción.

15 El tamiz en la fase de adsorción es atravesado por el aire ambiente que, una vez empobrecido en CO₂, es emitido a la atmósfera. Se abren a continuación las dos válvulas solenoides que controlan la admisión y la emisión del aire. Estas válvulas solenoides tienen un diámetro interno de flujo suficiente para dejar pasar un flujo de aire suficiente sin producir una disminución de presión. Un ventilador de succión fuerza el paso del aire a través de los tamices. Se puede usar también el mismo ventilador en la trampa para capturar los mosquitos como se indica en la figura 7.

20 Las dos válvulas solenoides correspondientes del tamiz en la fase de desorción se cierran. El tamiz se calienta mediante un elemento calentador eléctrico insertado en el material, y se extrae el CO₂ del mismo mediante la bomba de extracción de CO₂, a través de la correspondiente válvula solenoide que entonces se abre. El CO₂ es llevado hacia las trampas mediante un tubo. En cada trampa, un limitador de flujo que consiste en una restricción permite distribuir el CO₂ uniformemente entre las trampas con un caudal que depende del valor de la presión.

El vapor de agua emitido con el CO₂ no impide el funcionamiento de la trampa; al contrario, la humedad atrae los mosquitos.

El CO₂ se difunde de forma continua o alterna activando y deteniendo la bomba de extracción de forma cíclica (con un ciclo de unas decenas de segundos).

25 Al final del ciclo, el programador invierte las posiciones de las válvulas solenoides junto con el calentamiento del tamiz.

Dimensionamiento:

Las siguientes dimensiones, calculadas para un caudal continuo de 20 g/hora/trampa, se pueden dividir por la mitad adoptando un flujo alterno, que suministra una media de 10 g/hora/trampa.

30 Hacen falta aproximadamente 1 kg de celulosa aminada para acumular al menos 20 g de CO₂ el cual se difundirá durante 1 hora con un caudal de 20 g/hora, lo que proporciona un caudal de 20 g/hora en la trampa.

35 Para obtener la saturación de la celulosa en 1 hora, el ventilador de extracción suministra un caudal de aire de aproximadamente 35 m³/hora (es decir, un ventilador con un diámetro de 10 cm). La geometría del tamiz se adapta de modo que la velocidad del movimiento del aire en el tamiz no es más de aproximadamente 0,3 m/s, que se obtiene con una sección de contacto del tamiz de al menos 350 cm².

Para la fase de desorción/difusión del CO₂, el tamiz se calienta a una temperatura de aproximadamente 95°C y la bomba de extracción de CO₂ permite la creación de una depresión de 100 mbar en el tamiz y una presión relativa de 700 mbar suministrando un flujo de 200 ml/min de CO₂ en la trampa.

40 Ejemplo 4: Sistema con separación y difusión de CO₂ alterna, integrado en una trampa, sin secado del aire que entra y con un ciclo corto.

En este ejemplo, que es resultado en parte de una combinación de los tres ejemplos previos, el sistema suministra solo a una trampa, con un caudal de 10 g/hora/trampa, funcionando con un solo tamiz que trabaja alternativamente en modo de adsorción y después desorción, en un ciclo muy corto de 30 segundos.

Materiales adsorbentes:

45 El adsorbente elegido es una fibra de celulosa impregnada con amina⁽¹⁾, con una capacidad de adsorción de CO₂ de aproximadamente 3% a 25°C, a presión atmosférica y con una concentración de CO₂ de 0,039%. Con este tipo de adsorbente, la presencia de humedad en el aire facilita la adsorción del CO₂; por lo tanto no es necesario secar el aire antes de que entre en el tamiz molecular.

Descripción funcional:

50 Su esquema de funcionamiento es similar al primer ejemplo, sin el secado del aire.

Para obtener un ciclo corto, el procedimiento consiste en el uso de solamente un funcionamiento en modo de "oscilación de presión" ("pressure swing"), sin calentamiento del tamiz durante la desorción. La depresión creada por la bomba de extracción del CO₂ debe ser entonces mucho menos intensa.

Dimensionamiento:

- 5 Debido al ciclo muy corto, también es necesario tener en cuenta una eficacia de la adsorción mucho menor. Hacen falta aproximadamente 500 g de celulosa aminada para acumular al menos 170 mg de CO₂ el cual se difundirá durante 30 segundos con un caudal de 20 g/hora.

- 10 Para obtener una saturación de la celulosa suficiente en 30 segundos, el ventilador de extracción de aire suministra un caudal de aire de aproximadamente 50 m³/hora (es decir, un ventilador con un diámetro de 10 a 12 cm). La geometría del tamiz se adapta de modo que la velocidad del movimiento del aire en el tamiz no es más de aproximadamente 0,3 m/s, que se obtiene con una sección de contacto del tamiz de al menos 500 cm².

Para la fase de desorción/difusión del CO₂, la bomba de extracción de CO₂ permite la creación de una depresión de 900 mbar en el tamiz con un caudal de 400 ml/min y una salida a presión atmosférica.

Referencias

- 15 ¹N.R. Stuckert, RT Yang, CO₂ capture from the atmosphere and simultaneous concentration using zeolites and amine grafted SBA-15, *Environmental Science & Techno*, 45 (2011) 10257-10264.
- ²C. Gebald, J.A. Wurzbacher, P. Tingaut, T. Zimmermann, A. Steinfeld, Amine-based nanofibrillated cellulose as adsorbent for CO₂ capture, *Environmental Science & Techno*, 45 (2011) 9101-9108.
- 20 ³J.A. Wurzbacher, C. Gebald, N. Piatkowski, A. Steinfeld, Concurrent separation of CO₂ and H₂O from air by a temperature-vacuum swing adsorption / desorption cycle, *Environmental Science & Techno*, 46 (2012) 9191-9198.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para capturar mosquitos por la producción de dióxido de carbono (CO₂) dirigido hacia una o más trampas de mosquitos, caracterizado porque el CO₂ se separa del aire ambiente a través de al menos un sistema central que comprende al menos un lecho de materiales de tipo sólido microporoso, permitiendo usar dicho procedimiento un flujo de entrada de aire ambiente que comprende 0,039% de CO₂ en el sistema central para producir, en la dirección de una o más trampas, un flujo gaseoso de salida con un caudal regular controlado que comprende al menos 10 g/hora/trampa de CO₂.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el flujo gaseoso de salida con un caudal regular controlado es continuo o alterno.
3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque el flujo gaseoso de salida comprende entre 50 y 100% de CO₂, mientras que el resto puede ser aire húmedo.
4. Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque el flujo gaseoso de salida está compuesto de CO₂ puro.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el lecho de materiales de tipo sólido microporoso presenta una capacidad de adsorción de CO₂ de al menos 0,4 mol/kg a presión atmosférica y a temperatura ambiente.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el lecho de materiales de tipo sólido microporoso consiste en zeolitas o fibras de celulosa injertadas con aminas.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque el lecho de materiales de tipo sólido microporoso consiste en zeolitas LI-LSX.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende además al menos un lecho de secado de agua.
9. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque el lecho de materiales de tipo sólido microporoso consiste en fibras de celulosa injertadas con aminas.
10. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el o los lechos de materiales microporosos permiten la adsorción, almacenamiento y desorción del CO₂ del aire ambiente de forma alterna o simultánea.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el CO₂ se separa del aire ambiente y se dirige continuamente hacia las trampas a través de dos lechos de material que funcionan en tándem, uno que permite la adsorción y almacenamiento del CO₂ y el otro que permite la desorción del CO₂.

FIGURA 1

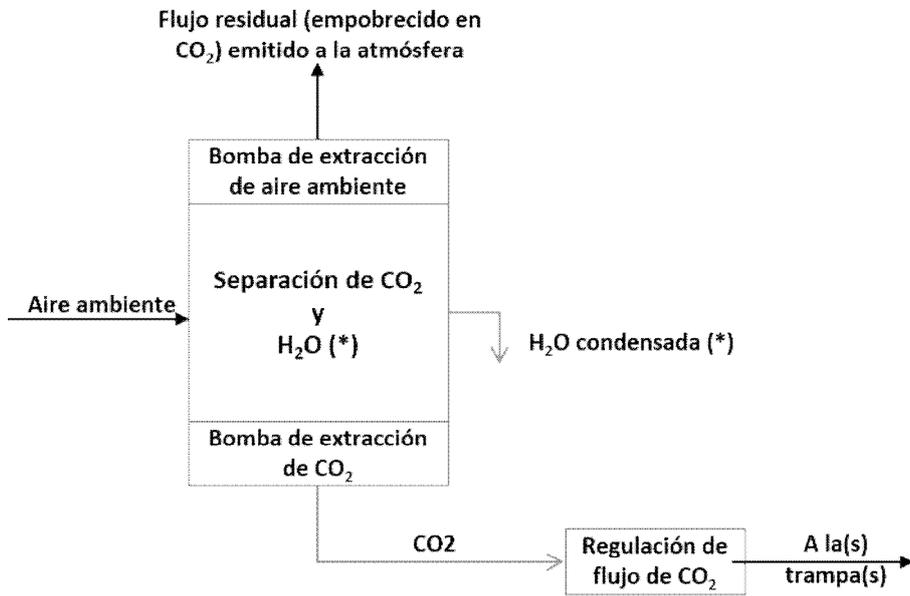


FIGURA 2

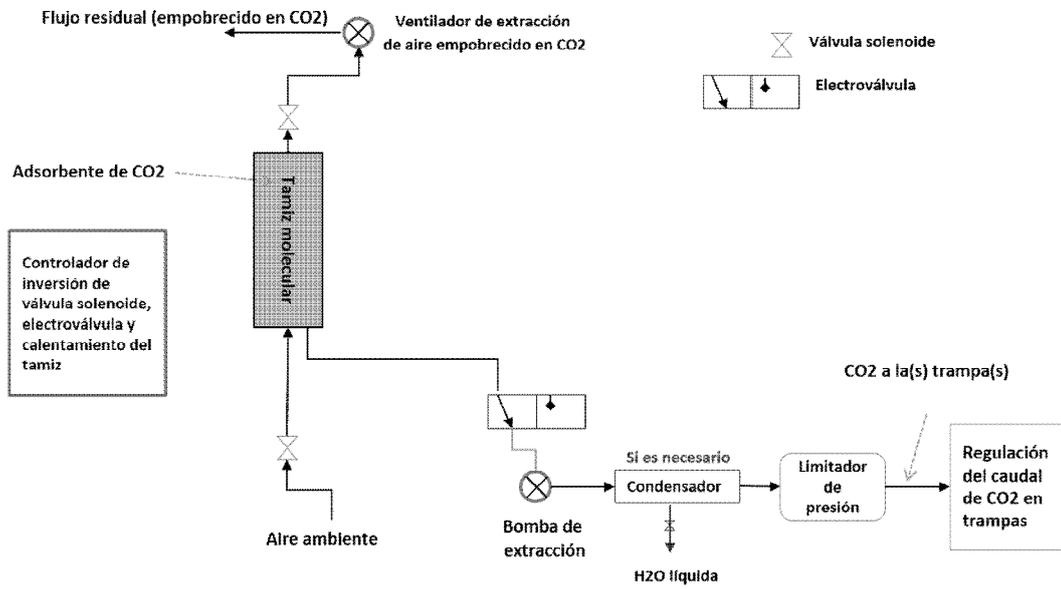


FIGURA 3

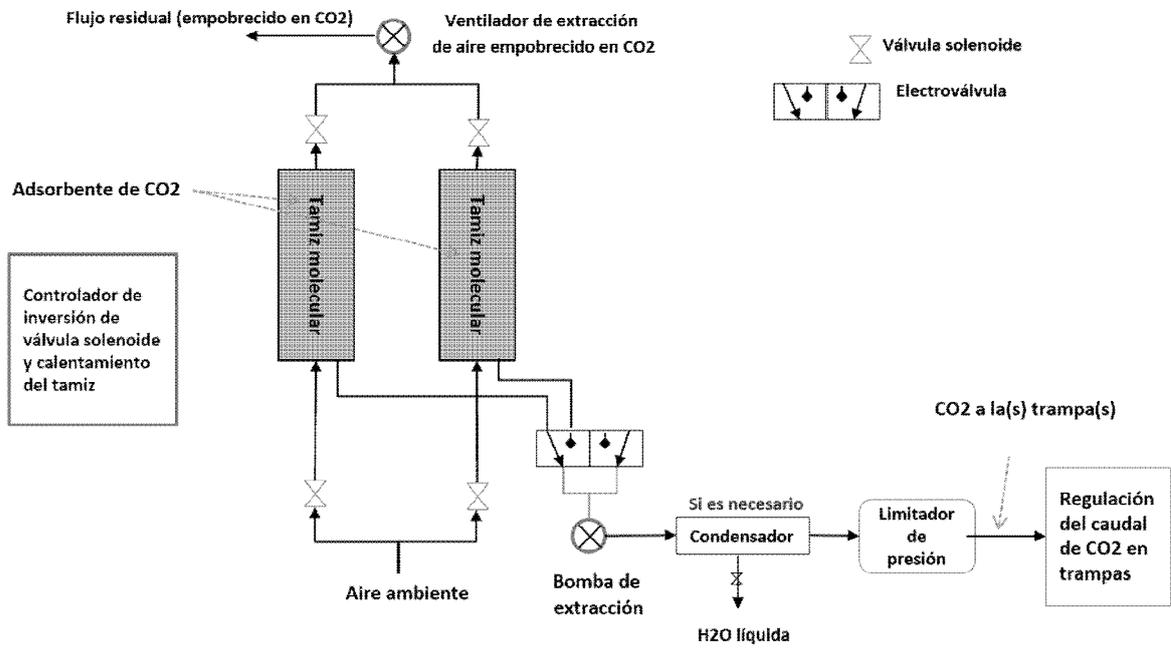


FIGURA 4

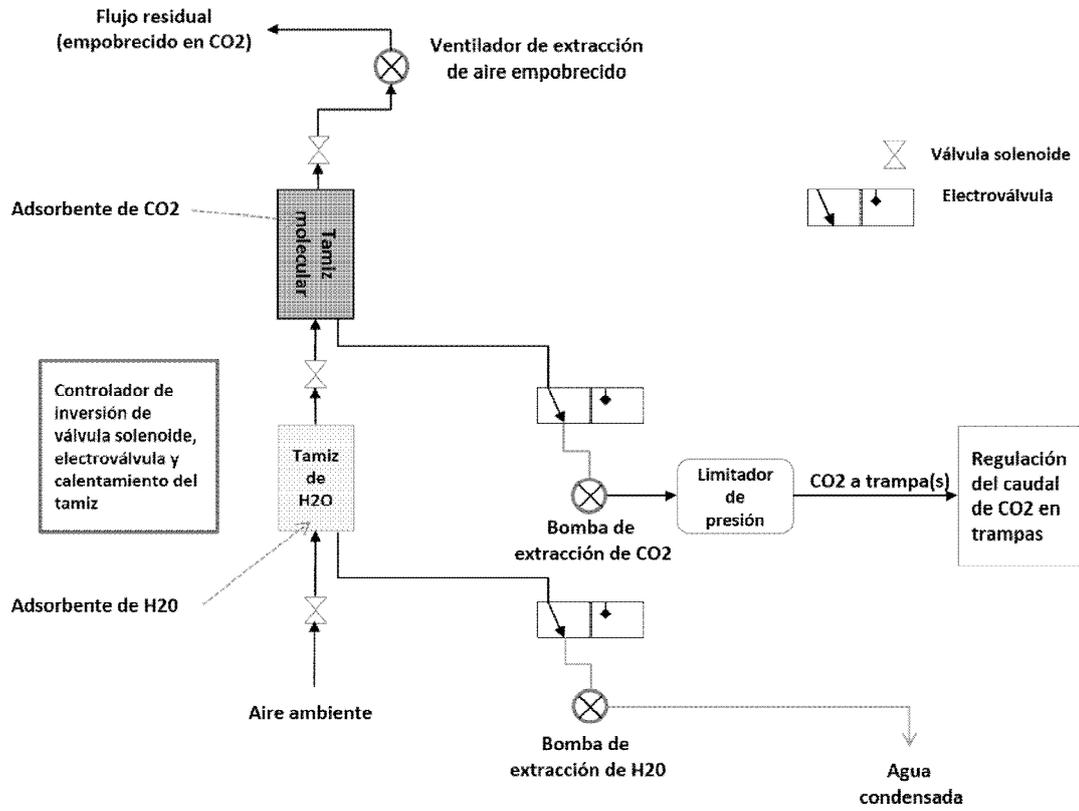


FIGURA 5

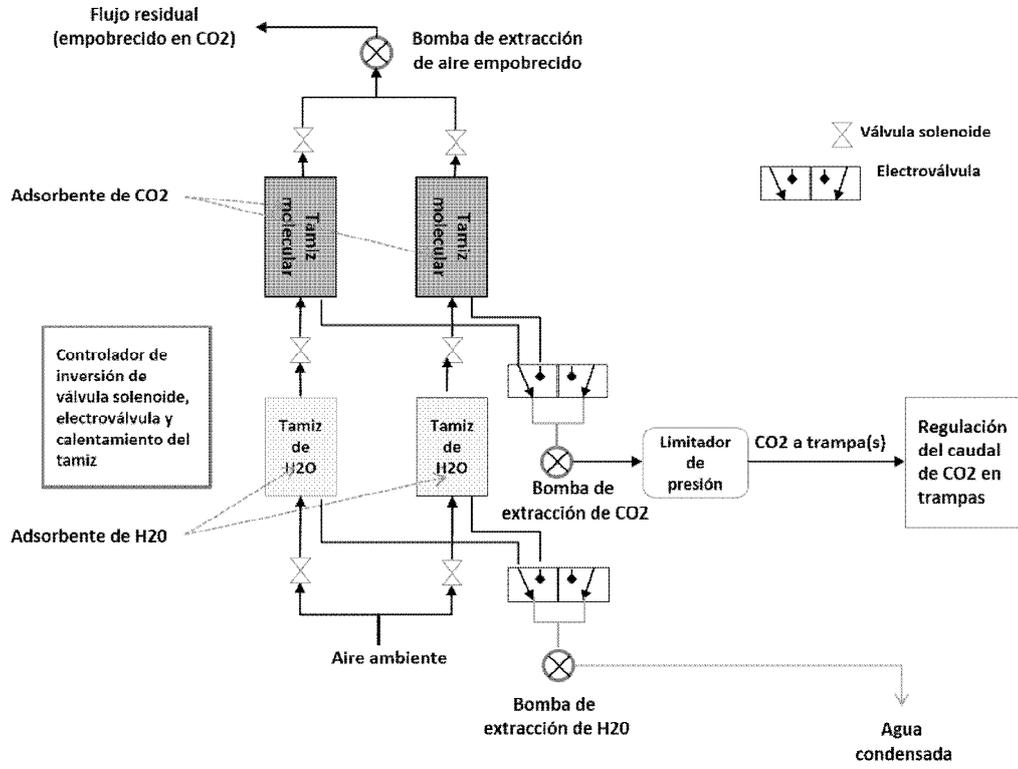


FIGURA 6

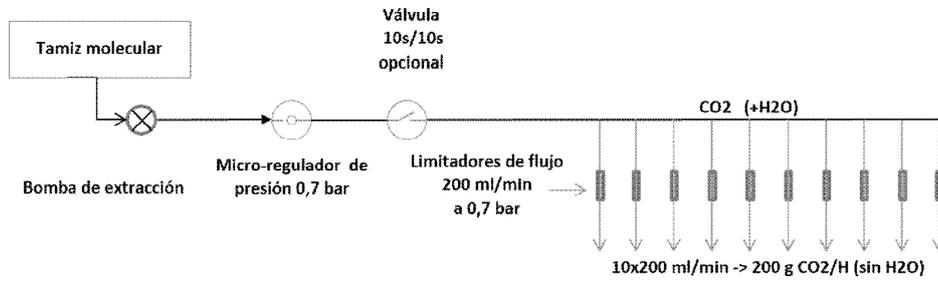


FIGURA 7

