

SISTEMA DE LIMPIEZA MEDIANTE NIEBLA ARTIFICIAL**CAMPO DE LA INVENCION**

5 La presente invención se enmarca en el campo de la limpieza y descontaminación de aire, u otros gases o mezclas de gases, de contaminantes, tales como, contaminantes químicos, biológicos, radiológicos o nucleares. También puede aplicarse a la descontaminación de superficies u otros objetos.

10

ESTADO DE LA TÉCNICA

 La contaminación que consiste en partículas de pequeño tamaño que flotan en la atmósfera es altamente perjudicial para la salud de la población. Particularmente, la presencia de partículas con un diámetro inferior a 10 micrómetros está fuertemente correlacionada con enfermedades respiratorias. Las partículas de este tamaño son producidas por sistemas de calefacción y motores diesel (véase, por ejemplo, Michael Allaby, "Niebla, smog y lluvia envenenada", Facts on File, Inc. Nueva York, 2003). El polen y otros alérgenos también se clasifican dentro de este rango. Además, el mayor uso de nanopartículas es motivo de preocupación, ya que no existe una solución eficaz para su filtración o eliminación.

25

 Es conocido que los mecanismos naturales que eliminan partículas de la atmósfera son la deposición seca o sedimentación y el barrido. El primero es causado por la gravedad simplemente conduciendo partículas sólidas hacia el suelo, mientras que el último mecanismo ocurre cuando las partículas actúan como núcleos de condensación que generan

30

gotas de agua que eventualmente también caen al suelo. Estas gotas de lluvia lavan otras partículas y gotas a medida que caen.

5 Sin embargo, estos mecanismos naturales que dependen de condiciones climáticas muy particulares son a menudo demasiado lentos para resolver el problema diario de las ciudades modernas dado el alto índice de producción de partículas. Así pues, existe en el estado de la técnica la necesidad de buscar
10 sistemas para la limpieza y descontaminación del aire o de superficies.

La solicitud de patente EP17382293.3, con fecha de presentación del 22 de mayo de 2017, describe un método de
15 limpieza y descontaminación del aire basado en la pulverización de niebla con dispositivos como el descrito en la solicitud EP17382233.9, con fecha de presentación del 28 de abril de 2017. Dicho dispositivo produce un chorro de niebla a partir del suministro de un líquido, preferentemente agua o una
20 disolución acuosa, y aire, ambos a una presión superior a la presión atmosférica. Adicionalmente, dispone de una entrada de un tercer componente preferentemente líquido así mismo a presión para su dispersión simultánea para favorecer la solubilidad y/o la descomposición de los contaminantes.
25 Ejemplos, no exclusivos, de tercer componente son agua oxigenada para la desinfección biológica o micro-partículas de TiO_2 nano-estructuradas para catálisis y/o adsorción de agentes químicos. La ventaja del uso de nieblas formadas por gotas de tamaño micrométrico conforme se describe en EP17382293.3 viene
30 de la mayor eficiencia en la captura de partículas contaminantes que tienen dichas gotas respecto de otros

tamaños, al caer por gravedad, además de que la cantidad de líquido empleado se minimiza, así como los residuos generados.

Aunque este sistema proporciona resultados
5 satisfactorios, todavía es necesario proporcionar sistemas de limpieza y descontaminación alternativos o que mejoren los existentes, haciendo un uso más eficiente de los recursos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

10

Figura 1: representación esquemática del efecto Venturi.

Figura 2: describe un sistema según la presente invención.

15

Figura 3: describe un sistema según la presente invención de acuerdo con una de sus realizaciones, incluyendo medios para la acumulación (2) del primer gas.

20

Figura 4: describe un sistema según la presente invención de acuerdo con una de sus realizaciones, incluyendo el uso de un segundo líquido.

25

Figura 5: describe un sistema según la presente invención de acuerdo con una de sus realizaciones, incluyendo varios sistemas opcionales.

30

Figura 7: representación esquemática de una boquilla introducida en un conducto de forma que se potencia el efecto

Venturi.

Figura 8: representación esquemática del sistema de la invención con carcasa.

5

SUMARIO DE LA INVENCION

Así, el inventor de la presente solicitud está trabajando en la descontaminación de aire y otros gases mediante el uso de nebulizadores. Para ello se crean nieblas mediante mezclas de líquidos y gases que son expulsados a altas presiones, creando así nieblas con gotas de tamaño aproximadamente micro-métrico. En la búsqueda de sistemas más y más eficientes, el investigador ha comprobado que, no es solo importante proporcionar un tamaño de gota adecuado, y por tanto una presión total a la que se expulsa la mezcla adecuada, sino que es esencial que la presión relativa entre los componentes gaseosos y líquidos también se mantenga estable durante el tiempo de operación del sistema. El investigador ha descubierto que pequeñas variaciones en las presiones relativas de los diferentes componentes pueden afectar significativamente esa distribución de tamaños y a la cantidad de gotas generadas, y lo que resulta también fundamental, a las velocidades en el chorro, lo cual produce cambios en la eficiencia de la limpieza y descontaminación. El investigador ha descubierto que mantener una estabilidad en las presiones y, más aún, una estabilidad en la relación entre las presiones de los componentes líquidos y gaseosos es esencial.

Así pues, un primer aspecto de la invención es (ver Figura 2) un sistema para el lavado y descontaminación que comprende

medios para la nebulización (8) de una mezcla entre al menos un primer gas y al menos un primer líquido, y medios para la presurización (1) de dicho primer gas, en donde dichos medios para la presurización (1) están en comunicación fluida con una primera válvula reguladora de la presión (3) y con una segunda válvula reguladora de la presión (4),

estando la primera válvula reguladora de la presión (3) en comunicación fluida con un primer depósito presurizado (5) a través de unos primeros medios de entrada (31) de dicho primer gas, configurado el primer depósito presurizado (5) para contener el primer líquido, y que comprende unos primeros medios de salida (30) de dicho primer líquido a los medios para la nebulización (8) a través de una primera válvula (6), a una primera presión que es superior a la atmosférica,

y en donde la segunda válvula reguladora de la presión (4) está en comunicación fluida con dichos medios para la nebulización (8), y está configurada para presurizar el gas a una segunda presión que es mayor que la presión atmosférica.

De esta forma, el mismo gas (o mezcla de gases), preferiblemente aire, sirve por un lado para alimentar directamente los medios de nebulización (8), y al mismo tiempo, el primer líquido (u otros líquidos), siendo la presión en cada caso controlada de forma independiente.

Un segundo aspecto de la invención es pues un método para el lavado y descontaminación que comprende presurizar un primer gas mediante medios para la presurización (1) que están en comunicación fluida con una primera válvula reguladora de la presión (3) y con una segunda válvula reguladora de la presión (4), de forma que

la primera válvula reguladora de la presión (3) regula la

presión del primer gas en un primer depósito presurizado (5) configurado para contener un primer líquido y que comprende unos primeros medios de salida (30) y unos primeros medios de entrada (31), de forma que dicho primer líquido está a su vez en comunicación fluida con unos medios para la nebulización (8) a través de una primera válvula (6), estando el primer líquido a una primera presión que es superior a la atmosférica, y en donde la segunda válvula reguladora de la presión (4) regula la presión con la que se alimenta el primer gas a dichos medios para la nebulización (8), dicho primer gas estando a una segunda presión que es mayor que la presión atmosférica.

De esta forma, la regulación de la primera presión y de la segunda presión se puede realizar de forma independiente por la primera válvula reguladora de la presión (3) y por la segunda válvula reguladora de la presión (4), respectivamente. La presión a la que se alimenta el primer líquido y el primer gas a los medios de nebulización (8) puede ser controlada de forma precisa y de forma independiente, y se mantiene constante durante la operación del sistema.

El sistema y método de la invención permiten mejorar la eficiencia de la descontaminación manteniendo constante la presión relativa de los componentes de la mezcla propulsada por la boquilla, ya que el empleo de la primera válvula reguladora de la presión (3) y la segunda válvula reguladora de la presión (4) permite ajustar diferentes presiones para cada componente de la mezcla nebulizada.

Sin que pueda servir como una limitación a la invención,

los autores creen que la impulsión de niebla a presión mediante una boquilla produce un efecto beneficioso que multiplica la efectividad de las gotas micrométricas en su función de limpieza por colisión y atrapamiento de partículas

5 contaminantes al formarse un cono que interacciona con el aire de alrededor aspirándolo por efecto de la velocidad (también llamado Venturi), produciendo al mismo tiempo un alto gradiente de velocidad en los bordes y facilitando así el choque de las gotas de la niebla con las partículas que se limpian del aire.

10 Los autores creen que el chorro genera además turbulencias e inestabilidades fluidodinámicas como por ejemplo del tipo Kelvin-Helmholtz. Ambos efectos del borde del chorro aumentan la sección eficaz de las gotas líquidas en su acción de colisión, así como la tasa de colisiones, haciendo que la

15 acción limpiadora del borde del chorro sea incluso mayor que la de deposición de la niebla por gravedad. Así pues, ha resultado sorprendente la importancia de mantener estable la presión relativa de los distintos componentes de la mezcla, especialmente si se compara con un sistema que emplea bombas

20 para la alimentación de algunos de los componentes de la mezcla. Por tanto, el sistema de la invención además reduce el número de elementos mecánicos o de propulsión a uno o una pluralidad de compresores de gas, sin necesidad de bombas.

25 Se prefiere que la niebla producida forme un chorro en espiral que interactúa con el aire a su alrededor. Estas partículas en el aire se succionan después por el cono de niebla que proporciona un gradiente de gran velocidad. Cuando el cono de niebla se ensancha, unas gotas del tamaño de micras

30 del primer líquido (por ejemplo, agua) colisionan y se agregan con partículas que entran con el aire. Si el tamaño de las

gotas del primer líquido que están presentes en la niebla es ligeramente mayor que el tamaño de micras (por ejemplo, entre 2,5 μm y 20 μm), entonces ambas gotas del primer líquido y las partículas transportadas por el aire pueden colisionar eficazmente y agregarse debido al remolino creado de mezcla de niebla y aire sucio.

El sistema de la invención permite la estabilidad del suministro de los gases y líquidos utilizados para la generación de la niebla. Además, permite seleccionar de forma independiente diferentes presiones para cada componente, pudiendo así adaptar el tamaño de las gotas en la niebla y su cantidad. Esto confiere al sistema de la invención enorme flexibilidad para adaptar las características de la niebla generada a distintos contaminantes y situaciones. Permite además el almacenamiento de los líquidos o componentes para la generación de niebla de forma que es más fácil controlar o evitar la propagación de Legionelosis u otros microorganismos. Otra de las ventajas de la invención es que permite la constitución de un conjunto portable y es susceptible de ser embarcado en vehículos que se pueden trasladar al lugar de la contaminación. Además, proporciona mayor fiabilidad al evitar emplear un elemento mecánico susceptible de averías que sería un sistema de bombeo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

En la presente invención se considera que el término "líquido" abarca líquidos cuyos componentes están completamente disueltos, pero también líquidos con solutos solo parcialmente disueltos, así como suspensiones.

Por razones de economía, en todas las realizaciones de la presente invención es preferible que el gas comprimido sea aire.

5 A lo largo del presente escrito se utiliza la notación "primera/o", "segunda/o", "tercera/o", "cuarta/o", "quinta/o", etc. para referirse a algunos de los elementos de la invención. Por ejemplo, se hace referencia a una "primera válvula", a una "segunda válvula", etc. Esta notación no implica ningún orden
10 ni prevalencia, y se utiliza exclusivamente para etiquetar de forma inequívoca un elemento, y así distinguirlos de otros elementos análogos. Esta notación permite que, según se describa abajo en las distintas realizaciones y ejemplos, es posible que existan distintas combinaciones de elementos
15 análogos, con independencia de la nomenclatura utilizada. Por ejemplo, una realización puede incluir una primera válvula y una tercera válvula sin necesidad de que en dicha realización esté presente la segunda válvula.

20 La presente invención se describe a continuación con referencia a las figuras de la invención mediante ejemplos de realizaciones específicas no limitantes.

De acuerdo con una realización (ver Figura 3), el sistema
25 de la invención comprende uno o una pluralidad de compresores (1) que suministran un primer gas comprimido, preferiblemente aire comprimido, a medios de acumulación del gas (2), que a su vez suministra el gas comprimido de forma estable a una primera válvula reguladora de la presión (3) y a una segunda válvula
30 reguladora de la presión (4). Dicha primera válvula reguladora de la presión (3) suministra el gas comprimido a un primer

depósito presurizado (5), preferiblemente a través de su parte superior. El líquido presurizado es expulsado del primer depósito presurizado (5) hacia los medios para la nebulización (8) a través de la primera válvula (6). La segunda válvula reguladora de la presión (4) de acuerdo con la presente invención está en comunicación fluida con dichos medios para la nebulización (8), preferiblemente a través de una tercera válvula situada en serie con dicha segunda válvula reguladora de la presión (4), y está configurada para presurizar el gas a una segunda presión que es mayor que la presión atmosférica. Entre la primera válvula reguladora de la presión (3) y primer depósito presurizado (5) se sitúa una segunda válvula (13) que permite abrir y cerrar el paso del primer gas, así como unos primeros medios anti-retorno (14). Así, el cierre de la primera válvula (6) y de la segunda válvula (13) permite aislar el primer depósito presurizado durante la alimentación del primer líquido. De forma análoga, entre la segunda válvula reguladora de la presión (4) y los medios nebulizadores (8) se sitúa una tercera válvula (7) que permite abrir y cerrar el paso del primer gas, así como unos segundos medios anti-retorno (15).

Los medios de compresión (1) pueden abarcar uno o más compresores de acuerdo con cualquiera de las realizaciones de la invención. Se trata de una característica de diseño que el experto en la materia puede ajustar en función de las características de los compresores disponibles y las necesidades del sistema (potencia, tamaño, etc.).

El primer depósito presurizado (5) preferiblemente se caracteriza por disponer de medios de alimentación del primer líquido, de forma que el aire suministrado por la primera

válvula reguladora de la presión (3) entra por la parte superior del citado depósito y empuja el primer líquido haciéndolo fluir hacia los medios de nebulización (8). Así pues, en cualquiera de las realizaciones de la presente invención es preferible que los primeros medios de entrada (31) del primer gas se sitúen en el primer depósito presurizado (5) a una altura superior a los primeros medios de salida (30).

Dichos medios de nebulización son preferiblemente del tipo descrito en la solicitud Europea EP17382233.9, cuyo contenido se incluye en su totalidad por referencia. Por tanto, preferiblemente, dicha boquilla combina dos o más sustancias introducidas a través de al menos una primera entrada y una segunda entrada, y rocía las gotitas atomizadas resultantes a través de una salida, capaz de optimizar el caudal y el tamaño de las gotitas a través de un diseño modular basado en módulos intercambiables en forma de disco. Cuando se apilan en una carcasa cilíndrica hueca conformada por una primera carcasa y una segunda carcasa, la pluralidad de módulos conforma una primera cámara de mezcla y una segunda cámara de mezcla conectadas a través de un módulo de espiral. Además, cuando se produce dicho apilamiento, la primera entrada está conectada a la primera cámara de mezcla, la salida está conectada a la segunda cámara de mezcla; y la segunda salida puede ser conectada a la primera cámara de mezcla o a la segunda cámara de mezcla dependiendo de la configuración seleccionada por el usuario.

Con referencia la Figura 6, es preferible que para cualquiera de las realizaciones de la invención los medios de alimentación comprendan una primera válvula de alimentación

(9) y una primera válvula de desalojo (12). Es preferible que dicha primera válvula de alimentación (9) esté conectada a la parte inferior del primer depósito presurizado. Esta configuración permite rellenar el primer depósito presurizado (5) mediante la apertura del suministro del primer líquido, por ejemplo, empleando una bomba (10) desde un depósito del primer líquido (11), o alternativamente desde una línea de suministro del primer líquido como puede ser, por ejemplo, una manguera de agua potable de una red de agua sanitaria (no mostrados en la figura). La válvula de desalojo (12) conectada, preferiblemente en la parte superior del primer depósito presurizado (5), permite con su apertura la salida del gas durante el llenado, relajando así la presión necesaria en el suministro del primer líquido. En una realización ventajosa, el sistema está provisto de una segunda válvula (13) situada entre la primera válvula reguladora de la presión (3) y el primer depósito presurizado (5). Esta segunda válvula (13) permite con su cierre independizar el primer depósito presurizado (5) durante el proceso de llenado. Una vez lleno, la primera válvula de alimentación (9) y la primera válvula de desalojo (12) se cierran, al tiempo que se abre la segunda válvula (13) presurizando así el primer depósito presurizado (5) y dejándolo listo para la actuación mediante la apertura de la primera válvula (6).

25

Preferentemente, cualquiera de las realizaciones de la invención comprende unos primeros medios anti-retorno (14) en serie con la primera válvula reguladora de la presión (3), preferiblemente a la salida de la segunda válvula (13), y/o unos segundos medios anti-retorno (15) en serie con la segunda válvula reguladora de la presión (4), preferiblemente a la

30

salida de la tercera válvula (7). Estos dispositivos anti-retorno previenen que se produzca el contraflujo en todo momento siendo especialmente importante durante la conexión y desconexión del sistema -cuando puede haber presión de líquido, pero no de aire-.

Preferentemente además puede dotarse al sistema de la invención de elementos que faciliten su actuación y control. Así, por ejemplo, el sistema de la invención puede comprender unos primeros medios de accionamiento remoto (18) en serie con la primera válvula reguladora de la presión (3), y/o unos segundos medios de accionamiento remoto (16) en serie con la segunda válvula reguladora de la presión (4), siendo ese accionamiento, por ejemplo, pero no exclusivamente, eléctrico. Por otro lado, el sistema de la invención puede comprender unos primeros medios para la medición del caudal (19), en serie con la primera válvula reguladora de la presión (3), y unos segundos medios para la medición del caudal (17), en serie con la segunda válvula reguladora de la presión (4). De esta manera, manteniendo abierta la primera válvula (6) y/o la tercera válvula (7), el sistema se activará al abrir los primeros medios de accionamiento remoto (18) y los segundos medios de accionamiento remoto (16). Los primeros medios de accionamiento remoto (18) y los segundos medios de accionamiento remoto (16) pueden ser unidades individuales, por ejemplo, electroválvulas, o pueden estar integradas con la primera válvula reguladora de la presión (3) y la con la segunda válvula reguladora de la presión (4), respectivamente.

El sistema de la invención puede por tanto proporcionar a los medios de nebulización (8) al menos un gas y al menos un

líquido. A modo de ejemplo, a continuación, se describe un sistema según la presente invención en el que la mezcla de nebulización incluye también un segundo líquido (ver Figura 4). De acuerdo con esta realización, el sistema incluye una

5 tercera válvula reguladora de la presión (23) en comunicación fluida con la segunda válvula reguladora de la presión (4). La tercera válvula reguladora de la presión (23) está en comunicación fluida con un segundo depósito presurizado (20) a través de unos segundos medios de entrada (33) de dicho primer

10 gas, configurado el segundo depósito presurizado (20) para contener un segundo líquido, y que comprende unos segundos medios de salida (34) de dicho segundo líquido hacia los medios para la nebulización (8), a través de una cuarta válvula (21), a una tercera presión que es superior a la atmosférica. En esta

15 configuración, el sistema puede comprender una quinta válvula (24) que permite interrumpir de forma selectiva el flujo del primer gas hacia los medios para la nebulización (8). Alternativamente, el segundo depósito presurizado (20) puede disponer de medios de llenado que permitan llenarlo con el

20 segundo líquido, el cual, puede ser una suspensión. Dicho segundo depósito presurizado (20) puede comprender unos segundos medios de alimentación del segundo líquido, los cuales aportan el segundo líquido, al tiempo que la tercera válvula reguladora de la presión (23) interrumpe el paso del gas a

25 presión en su estado cerrado.

Puesto que en ocasiones el segundo líquido debe ser aplicado solo en un tiempo corto y en cantidades relativamente pequeñas, por ejemplo, en el caso de que contenga sustancias

30 con propiedades catalíticas, el segundo depósito presurizado (20) puede ser suficientemente pequeño como para que junto con

los medios de nebulización (8), y las válvulas (21), (23) y (24) puedan formar un conjunto portable por un hombre o una grúa, siempre que las conducciones que suministran el segundo líquido y el gas comprimido sean flexibles. Dicha configuración puede incluso comprender la primera válvula (6), siempre que los medios para proporcionar el primer líquido desde el primer depósito presurizado (5) sean flexibles.

Otra realización de la presente invención se describe con referencia a la Figura 5. De acuerdo con esta realización, el sistema comprende medios para la presurización (1) del primer gas que están en comunicación fluida con los medios de acumulación del gas (2), desde donde se distribuye a una presión estable el primer gas a la primera válvula reguladora de la presión (3) y a la segunda válvula reguladora de la presión (4), estando la primera válvula reguladora de la presión (3) en comunicación fluida con un primer depósito presurizado (5) a través de unos primeros medios de entrada (31) de dicho primer gas, configurado el primer depósito presurizado (5) para contener el primer líquido, y que comprende unos primeros medios de salida (30) de dicho primer líquido hacia los medios para la nebulización (8) a través de una primera válvula (6), a una primera presión que es superior a la presión atmosférica. De acuerdo con esta realización, entre la primera válvula reguladora de la presión (3) y el primer depósito presurizado (5) se colocan una segunda válvula (13) y unos primeros medios anti-retorno (14). Por otro lado, entre la primera válvula (6) y el primer depósito presurizado (5) se sitúan los primeros medios de accionamiento remoto (18), así como unos primeros medios para la medición del caudal (19). Los primeros medios de entrada (31) de dicho primer gas se

sitúan a una altura superior que los primeros medios de salida (30) .

Por otro lado, tal y como se muestra en la Figura 5, la
5 línea de gas comprimido comprende equipos similares. Así, en
línea con la segunda válvula reguladora de la presión (4) se
sitúan unos segundos medios de accionamiento remoto (16), unos
segundos medios para la medición del caudal (17) y una tercera
válvula (7), de forma que la presión del gas alimentado a los
10 medios para la nebulización (8) es una segunda presión que es
mayor que la presión atmosférica. A la salida de la tercera
válvula (7) se sitúan unos segundos medios anti-retorno (15) .

La realización mostrada en la figura 5 también muestra un
15 circuito para la alimentación a los medios de nebulización (8)
de un segundo líquido, incluyendo una tercera válvula
reguladora de la presión (23) en comunicación fluida con la
segunda válvula reguladora de la presión (4). La tercera
válvula reguladora de la presión (23) está también en
20 comunicación fluida con un segundo depósito presurizado (20) a
través de unos segundos medios de entrada (33) de dicho primer
gas, configurado el segundo depósito presurizado (20) para
contener un segundo líquido, y que comprende unos segundos
medios de salida (34) de dicho segundo líquido hacia los medios
25 para la nebulización (8), a través de una cuarta válvula (21),
a una tercera presión que es superior a la atmosférica. En esta
configuración, sistema puede comprender una quinta válvula (24)
que permite interrumpir de forma selectiva el flujo del primer
gas hacia los medios para la nebulización (8).
30 Alternativamente, el segundo depósito presurizado (20) puede
disponer de medios de llenado que permitan llenarlo con el

segundo líquido, el cual, puede ser una suspensión. Dicho segundo depósito presurizado (20) puede comprender unos segundos medios de alimentación del segundo líquido, los cuales aportan el segundo líquido, al tiempo que la tercera válvula reguladora de la presión (23) interrumpe el paso del gas a presión en su estado cerrado.

Nótese que con independencia del número de gases y líquidos para el cual esté configurado, el sistema de la invención permite bloquear uno o más de estos elementos de la mezcla siempre y cuando se alimente a los medios nebulizadores (8) al menos un gas y al menos un líquido. Por ejemplo, en el caso de estar el sistema configurado para aportar un primer líquido, un segundo líquido y un primer gas (por ejemplo, los sistemas descritos en las figuras 4 o 5), es posible bloquear la alimentación del segundo líquido para que la mezcla alimentada a los medios nebulizadores (8) comprenda exclusivamente el primer líquido y el primer gas.

Los medios de entrada y de salida en la presente invención son preferiblemente aperturas en el correspondiente depósito.

Aplicaciones

Como se menciona más arriba, la presente invención describe un sistema para el lavado y descontaminación de aire, gases, conductos y/o superficies mediante el empleo de chorros de niebla a presión. El sistema preferiblemente comprende una pluralidad de medios de nebulización (8), preferiblemente boquillas. Sin embargo, el sistema puede tener también otros usos. Por ejemplo, la conexión en paralelo de una pluralidad

boquillas puede producir una barrera de chorros de niebla. Otras geometrías en la distribución de las boquillas pueden permitir el lavado del aire contenido en el recinto entero.

5 Otra alternativa no excluyente es introducir los medios de nebulización (8) en un conducto más amplio (25), por ejemplo, un conducto tubular tal y como se muestra en la figura 7, de forma que por efecto Venturi aspira aire de la parte posterior impulsándolo junto con la niebla liberada por el
10 conducto al tiempo que lo limpia. Esta alternativa es muy útil para todo tipo de conductos de ventilación, por ejemplo, para un sistema de suministro de aire limpio o de lavado de gases caracterizado por disponer de una boquilla que proporciona un chorro de niebla a presión en un conducto en la dirección de
15 avance del flujo.

En una configuración alternativa no excluyente, el sistema dispone de un paramento, preferentemente vertical, y a una distancia determinada de la boquilla para la recogida de
20 residuos por impacto del chorro contra el mismo.

Una aplicación más del sistema descrito en el presente documento son torres de limpieza que comprenden una estructura (40) que aloja al menos los medios para la nebulización (8) en
25 su interior, configuradas para permitir la circulación de aire desde y hacia el exterior por lo que los medios para la nebulización (8) se colocan en una porción superior de la estructura (40), y el aire contaminado fuera se succiona a través de la parte superior dentro de la estructura (40) por
30 el efecto venturi, e interactúa con el cono de niebla creado por los medios para la nebulización (8), preferentemente

formando un remolino, y sale ya purificado de la parte inferior de la estructura (40) (véase la figura 8).

La energía usada para este proceso puede ser eléctrica y
5 por tanto bastante conveniente para energía ecológica con un
coste de operación estimado de solo 0,0015 EUROS/m³. Esta
tecnología proporciona por tanto una herramienta única y
efectiva para limpiar aire en ciudades, mejorando la calidad
del aire y disminuyendo las enfermedades respiratorias entre
10 la población en grandes ciudades.

Una configuración ejemplar de estas torres comprende un
único medio para la nebulización (8) (por ejemplo, boquilla) o
dos o más medios para la nebulización (8) apuntando hacia abajo
15 dentro de una estructura enrejada (40), por ejemplo, una
carcasa cilíndrica enrejada. Los medios para la nebulización
(8) se colocan en una porción superior de la estructura
enrejada, por ejemplo, a 2-20 metros, por ejemplo 3 a 8 metros.
Los medios pueden añadirse evitando la propagación de ruido y
20 reduciendo la propagación de gotas de líquido. Preferentemente,
el sistema comprende medios para recuperar y reciclar el primer
líquido (por ejemplo, agua) usado en el proceso. Los ensayos
de estos sistemas han reducido la concentración de PM10
(Materia Particulada llevada por aire con un tamaño de
25 partícula de 10 micras) de aire contaminado de entrada desde
10 000 partículas/m³, aproximadamente equivalente a 4,14 µg/m³,
a aproximadamente 100 partículas/m³, es decir, un PM10 de
aproximadamente 0,04 µg/m³. Es decir, el 98,3 % de las PM10 se
han retirado del aire. En el caso de PM5 y PM2,5 (Materia
30 Particulada llevada por aire con un tamaño de partícula de 5 y
2,5 micras, respectivamente), el resultado es incluso mejor

con 99,96 % y 99, 99 % retirado del aire respectivamente.

Una implementación adicional es el uso de una pluralidad de unidades distribuidas a lo largo del borde de la fuente de contaminación, por ejemplo, una autopista. En este caso, el sistema de la invención actúa como una barrera que evita la dispersión de PM (Materia Particulada) más allá de la barrera. Si se combina con una barrera acústica, unos paneles solares pueden instalarse encima de la barrera acústica; estos podrían proporcionar la potencia necesaria para el sistema, siendo un sistema autosuficiente independiente del suministro eléctrico. Una ventaja de esta configuración de "barrera" es que actuará además como una barrera en caso de una nube tóxica que puede provocarse por un accidente de transporte de carga peligrosa. Los ensayos exteriores demostraron un efecto de barrera que reduce la difusión de PM₁₀ desde 1395 partículas/m³ a solo 35 partículas/m³, correspondiendo a 97,5 % de reducción. En el mismo caso los resultados para PM_{2,5} fueron de 95,9 %.

En una realización alternativa el sistema puede hacerse portátil.

En definitiva, el sistema de la invención permite la limpieza del aire de interior, exterior o en conductos de ventilación o de gases, chimeneas, etc. con poca cantidad de líquido.

CLÁUSULAS

CLÁUSULA 1: Sistema para el lavado y descontaminación que comprende medios para la nebulización (8) de una mezcla entre

al menos un primer gas y al menos un primer líquido, y medios para la presurización (1) de dicho primer gas, en donde dichos medios para la presurización (1) están en comunicación fluida con una primera válvula reguladora de la presión (3) y con una
5 segunda válvula reguladora de la presión (4),

estando la primera válvula reguladora de la presión (3) en comunicación fluida con un primer depósito presurizado (5) a través de unos primeros medios de entrada (31) de dicho primer gas, configurado el primer depósito presurizado (5) para
10 contener el primer líquido, y que comprende unos primeros medios de salida (30) de dicho primer líquido a los medios para la nebulización (8) a través de una primera válvula (6), a una primera presión que es superior a la atmosférica,

y en donde la segunda válvula reguladora de la presión
15 (4) está en comunicación fluida con dichos medios para la nebulización (8), y está configurada para presurizar el gas a una segunda presión que es mayor que la presión atmosférica.

CLÁUSULA 2: El sistema según la cláusula 1 caracterizado
20 por que dichos primeros medios de entrada (31) del primer gas se sitúan en el primer depósito presurizado (5) a una altura superior que los primeros medios de salida (30).

CLÁUSULA 3: El sistema según una cualquiera de las
25 cláusulas anteriores caracterizado por que comprende medios de acumulación del gas (2) situados entre

los medios para la presurización (1) del primer gas, y la primera válvula reguladora de la presión (3) y la segunda válvula reguladora de la presión (4).

30

CLÁUSULA 4: El sistema según una cualquiera de las

cláusulas anteriores caracterizado por que el primer depósito presurizado (5) comprende medios para la alimentación de dicho primer líquido.

5 CLÁUSULA 5: El sistema según una cualquiera de las cláusulas anteriores caracterizado por que comprende una segunda válvula (13) situada entre la primera válvula reguladora de la presión (3) y el primer depósito presurizado (5).

10

CLÁUSULA 6: El sistema según una cualquiera de las cláusulas anteriores caracterizado por que comprende tercera válvula (7) situada entre la segunda válvula reguladora de la presión (4) y los medios para la nebulización (8).

15

CLÁUSULA 7: El sistema según una cualquiera de las cláusulas anteriores caracterizado por que comprende unos primeros medios de accionamiento remoto (18) en serie con la primera válvula reguladora de la presión (3).

20

CLÁUSULA 8: El sistema según una cualquiera de las cláusulas anteriores caracterizado por que comprende unos segundos medios de accionamiento remoto (16) en serie con la segunda válvula reguladora de la presión (4).

25

CLÁUSULA 9: El sistema según una cualquiera de las cláusulas anteriores caracterizado por que dicho primer depósito presurizado (5) comprende unos primeros medios de alimentación de dicho primer líquido.

30

CLÁUSULA 10: El sistema la cláusula 9 caracterizado por

que dichos primeros medios de alimentación comprenden una primera válvula de alimentación (9) y una primera válvula de desalojo (12).

5 CLÁUSULA 11: El sistema según una cualquiera de las cláusulas anteriores caracterizado por que comprende unos primeros medios anti-retorno (14) en serie con la primera válvula reguladora de la presión (3).

10 CLÁUSULA 12: El sistema según una cualquiera de las cláusulas anteriores caracterizado por que comprende unos segundos medios anti-retorno (15) en serie con la segunda válvula reguladora de la presión (4).

15 CLÁUSULA 13: El sistema según una cualquiera de las cláusulas anteriores caracterizado por que comprende una tercera válvula reguladora de la presión (23) conectada en serie con la segunda válvula reguladora de la presión (4).

20 CLÁUSULA 14: El sistema según la cláusula 13 caracterizado por que la tercera válvula reguladora de la presión (23) está en comunicación fluida con un segundo depósito presurizado (20) a través de unos segundos medios de entrada (33) de dicho primer gas, configurado el segundo depósito presurizado (20)
25 para contener un segundo líquido, y que comprende unos segundos medios de salida (34) de dicho segundo líquido hacia los medios para la nebulización (8) a través de una cuarta válvula (21), a una tercera presión que es superior a la atmosférica.

30 CLÁUSULA 15: El sistema según una cualquiera de las cláusulas 13 o 14 caracterizado por antes de la tercera válvula

reguladora de la presión (23) comprende una quinta válvula (24) que permite interrumpir de forma selectiva el flujo del primer gas hacia los medios para la nebulización (8).

5 CLÁUSULA 16: El sistema según una cualquiera de las cláusulas 14 o 15 caracterizado por el segundo depósito presurizado (20) comprende unos segundos medios de alimentación del segundo líquido.

10 CLÁUSULA 17: El sistema según una cualquiera de las cláusulas anteriores caracterizado por que comprende unos primeros medios para la medición del caudal (19), en serie con la primera válvula reguladora de la presión (3), y unos segundos medios para la medición del caudal (17), en serie con
15 la segunda válvula reguladora de la presión (4).

CLÁUSULA 18: El sistema según una cualquiera de las cláusulas anteriores caracterizado por que se encuentra a una presión de entre 8 bar y 20 bar.

20

CLÁUSULA 19: Método para el lavado y descontaminación que comprende presurizar un primer gas mediante medios para la presurización (1) que están en comunicación fluida con una primera válvula reguladora de la presión (3) y con una segunda
25 válvula reguladora de la presión (4), de forma que

la primera válvula reguladora de la presión (3) regula la presión del primer gas en un primer depósito presurizado (5) configurado para contener un primer líquido y que comprende unos primeros medios de salida (30) y unos primeros medios de
30 entrada (31), de forma que dicho primer líquido está a su vez en comunicación fluida con unos medios para la nebulización

(8) a través de una primera válvula (6), estando el primer líquido a una primera presión que es superior a la atmosférica, y en donde la segunda válvula reguladora de la presión (4) regula la presión con la que se alimenta el primer gas a dichos medios para la nebulización (8), dicho primer gas estando a una segunda presión que es mayor que la presión atmosférica.

Los trabajos de investigación conducentes a realizar esta invención han sido financiados parcialmente por el Séptimo Programa Marco de la Unión Europea bajo contrato número 312804

26
REIVINDICACIONES

1. Sistema para el lavado y descontaminación que comprende medios para la nebulización (8) de al menos un primer líquido
5 dentro de al menos un primer gas para formar una niebla, y medios para la presurización (1) de dicho primer gas, en donde dichos medios para la presurización (1) están en comunicación fluida con una primera válvula reguladora de la presión (3) y con una segunda válvula reguladora de la presión (4),
10 estando la primera válvula reguladora de la presión (3) en comunicación fluida con un primer depósito presurizado (5) a través de unos primeros medios de entrada (31) de dicho primer gas en el depósito, configurado el primer depósito presurizado (5) para contener el primer líquido, y que
15 comprende unos primeros medios de salida (30) de dicho primer líquido a los medios para la nebulización (8) a través de una primera válvula (6), a una primera presión que es superior a la atmosférica,
y en donde la segunda válvula reguladora de la presión
20 (4) está en comunicación fluida con dichos medios para la nebulización (8), y está configurada para presurizar el gas a una segunda presión que es mayor que la presión atmosférica,
caracterizado por que los medios para la presurización (1), la primera válvula reguladora de la presión (3), la
25 segunda válvula reguladora de la presión (4), el primer depósito presurizado (5) y la primera válvula (6) se configuran para mantener estable la presión relativa de los diversos componentes de la mezcla y en donde impulsar la niebla bajo presión a través de los medios para la nebulización (8) produce
30 un efecto beneficioso que multiplica la eficacia de las gotas micrométricas en su función de limpieza mediante colisión y

aprisionamiento de partículas contaminantes formando un cono que interactúa con el aire circundante, succionándolo por el efecto de velocidad mientras al mismo tiempo se produce un gradiente de gran velocidad en los bordes del cono y así
5 facilita la colisión de gotas de niebla con las partículas que se limpian del aire, en donde ambos efectos del borde de chorro aumentan la sección transversal eficaz de las gotas de líquido en su acción de colisión, así como el índice de colisión, haciendo que la acción de limpieza del borde de chorro sea
10 incluso mayor que la de la deposición de niebla debido a la gravedad.

2. El sistema según la reivindicación 1 caracterizado por que dichos primeros medios de entrada (31) del primer gas se
15 sitúan en el primer depósito presurizado (5) a una altura superior que los primeros medios de salida (30).

3. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende medios de
20 acumulación del gas (2) situados entre los medios para la presurización (1) del primer gas, y la primera válvula reguladora de la presión (3) y la segunda válvula reguladora de la presión (4).

25 4. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende una segunda válvula (13) situada entre la primera válvula reguladora de la presión (3) y el primer depósito presurizado (5).

30 5. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende tercera válvula (7)

situada entre la segunda válvula reguladora de la presión (4) y los medios para la nebulización (8).

6. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende unos primeros medios de accionamiento remoto (18) en serie con la primera válvula reguladora de la presión (3).

7. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende unos segundos medios de accionamiento remoto (16) en serie con la segunda válvula reguladora de la presión (4).

8. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que dicho primer depósito presurizado (5) comprende unos primeros medios de alimentación de dicho primer líquido.

9. El sistema según la reivindicación 8, caracterizado por que dichos primeros medios de alimentación comprenden una primera válvula de alimentación (9) y una primera válvula de desalojo (12), en donde la primera válvula de alimentación (9) se conecta a la parte inferior del primer depósito presurizado (5) y la primera válvula de desalojo (12) se conecta a la parte superior del primer depósito presurizado (5).

10. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende unos primeros medios anti-retorno (14) en serie con la primera válvula reguladora de la presión (3).

11. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende unos segundos medios anti-retorno (15) en serie con la segunda válvula reguladora de la presión (4).

5

12. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende una tercera válvula reguladora de la presión (23) conectada en serie con la segunda válvula reguladora de la presión (4).

10

13. El sistema según la reivindicación 12 caracterizado por que la tercera válvula reguladora de la presión (23) está en comunicación fluida con un segundo depósito presurizado (20) a través de unos segundos medios de entrada (33) de dicho primer gas, configurado el segundo depósito presurizado (20) para contener un segundo líquido, y que comprende unos segundos medios de salida (34) de dicho segundo líquido hacia los medios para la nebulización (8) a través de una cuarta válvula (21), a una tercera presión que es superior a la atmosférica.

20

14. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 12 o 13 caracterizado por que comprende una quinta válvula (24) que permite interrumpir de forma selectiva el flujo del primer gas hacia los medios para la nebulización (8).

25

15. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 13 o 14 caracterizado por que el segundo depósito presurizado (20) comprende unos segundos medios de alimentación del segundo líquido.

30

16. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones

anteriores caracterizado por que comprende unos primeros medios para la medición del caudal (19), en serie con la primera válvula reguladora de la presión (3), y unos segundos medios para la medición del caudal (17), en serie con la segunda
5 válvula reguladora de la presión (4).

17. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que se encuentra a una presión de entre 800 kPa y 2000 kPa (8 bar y 20 bar).

10

18. Un método para el lavado y descontaminación que comprende presurizar un primer gas mediante medios para la presurización (1) que están en comunicación fluida con una primera válvula reguladora de la presión (3) y con una segunda válvula
15 reguladora de la presión (4), de forma que

la primera válvula reguladora de la presión (3) regula la presión del primer gas en un primer depósito presurizado (5) configurado para contener un primer líquido y que comprende unos primeros medios de salida (30) y unos primeros medios de
20 entrada (31), de forma que dicho primer líquido está a su vez en comunicación fluida con unos medios para la nebulización (8) a través de una primera válvula (6), estando el primer líquido a una primera presión que es superior a la atmosférica,
y en donde la segunda válvula reguladora de la presión
25 (4) regula la presión con la que se alimenta el primer gas a dichos medios para la nebulización (8), dicho primer gas estando a una segunda presión que es mayor que la presión atmosférica.

SISTEMA DE LIMPIEZA MEDIANTE NIEBLA ARTIFICIAL

5 La presente invención se refiere a un sistema, y su método de aplicación, para el lavado y descontaminación que comprende medios para la nebulización (8) de una mezcla entre al menos un primer gas y al menos un primer líquido, y medios para la presurización (1) de dicho primer gas, en donde dichos medios
10 para la presurización (1) están en comunicación fluida con una primera válvula reguladora de la presión (3) y con una segunda válvula reguladora de la presión (4),

 estando la primera válvula reguladora de la presión (3) en comunicación fluida con un primer depósito presurizado (5)
15 a través de unos primeros medios de entrada (31) de dicho primer gas, configurado el primer depósito presurizado (5) para contener el primer líquido, y que comprende unos primeros medios de salida (30) de dicho primer líquido a los medios para la nebulización (8) a través de una primera válvula (6), a una
20 primera presión que es superior a la atmosférica,
y en donde la segunda válvula reguladora de la presión (4) está en comunicación fluida con dichos medios para la nebulización (8), y está configurada para presurizar el gas a una segunda presión que es mayor que la presión atmosférica.

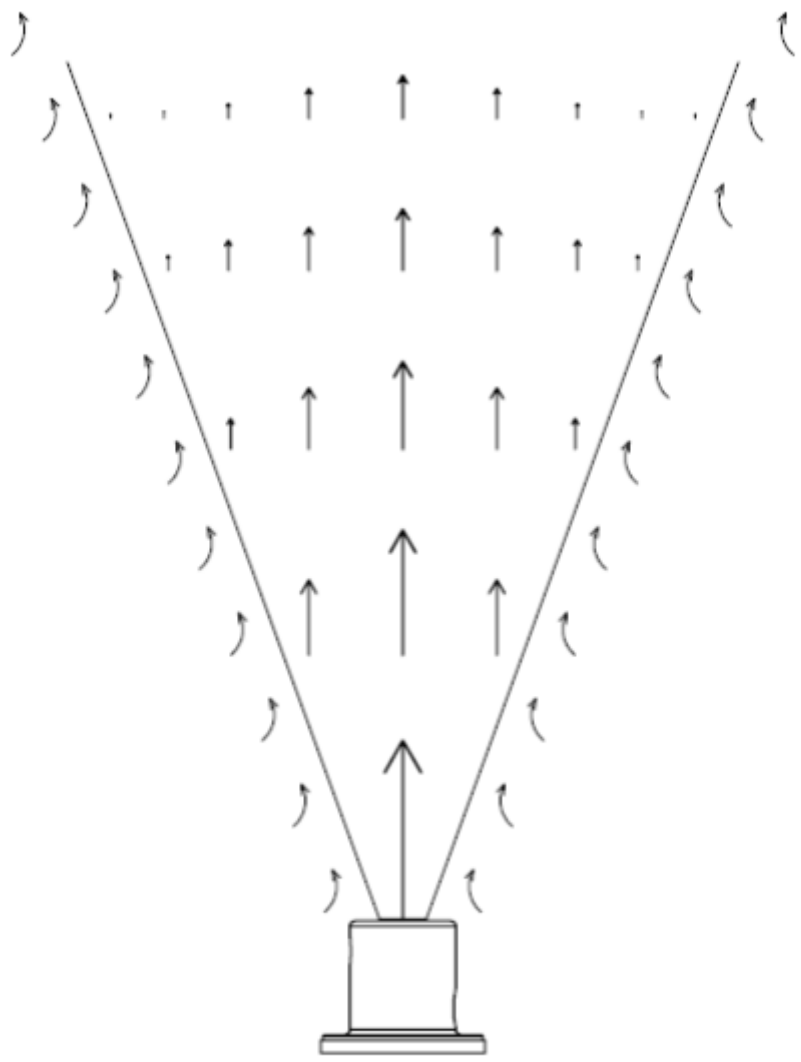


FIGURA 1

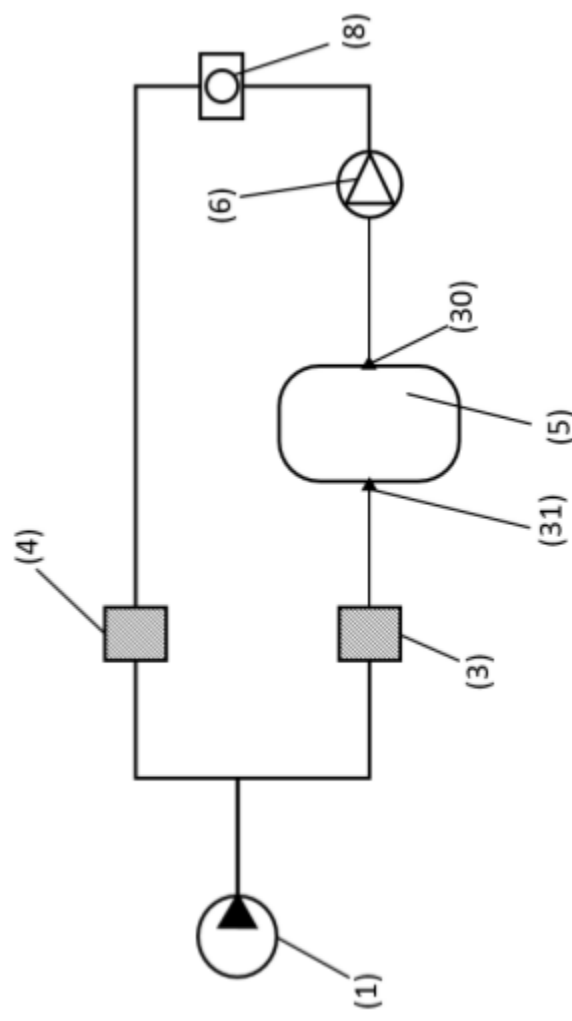


FIGURA 2

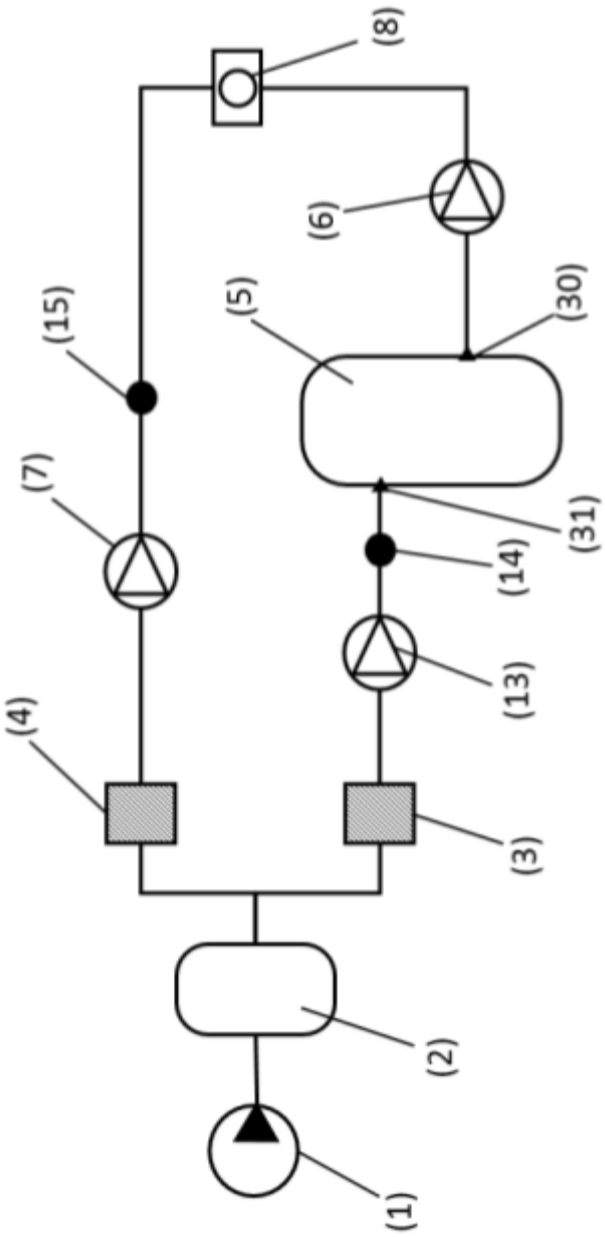


FIGURA 3

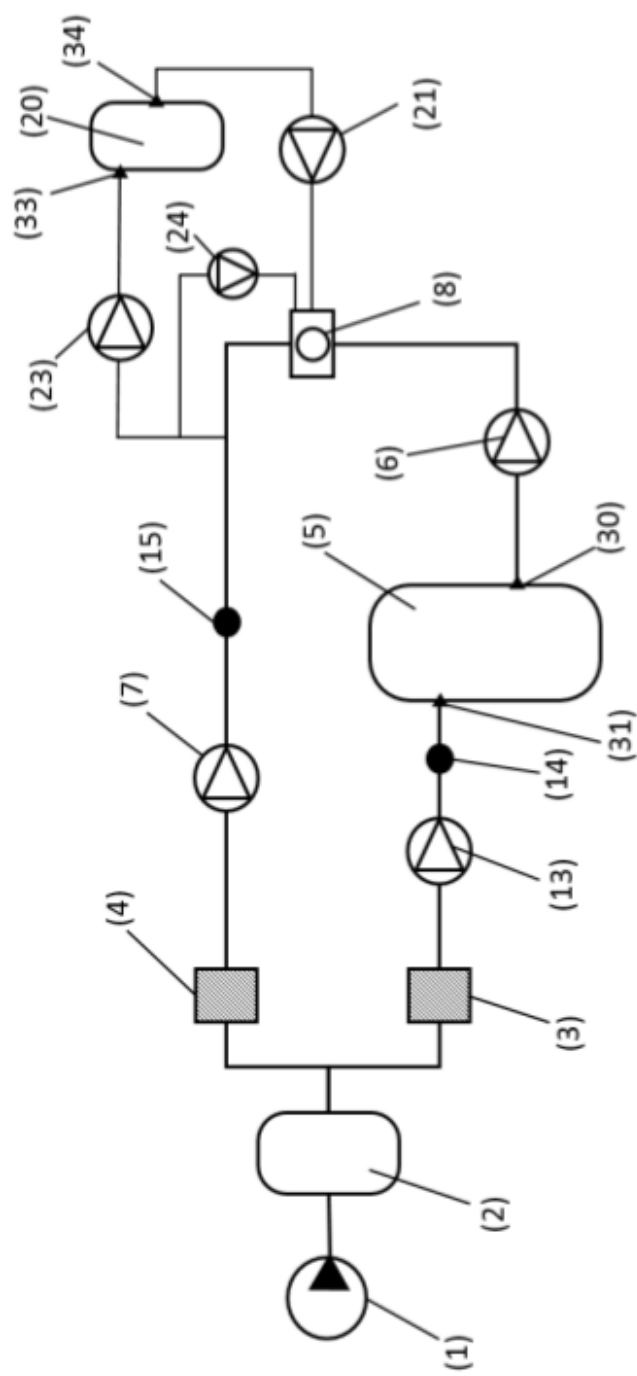


FIGURA 4

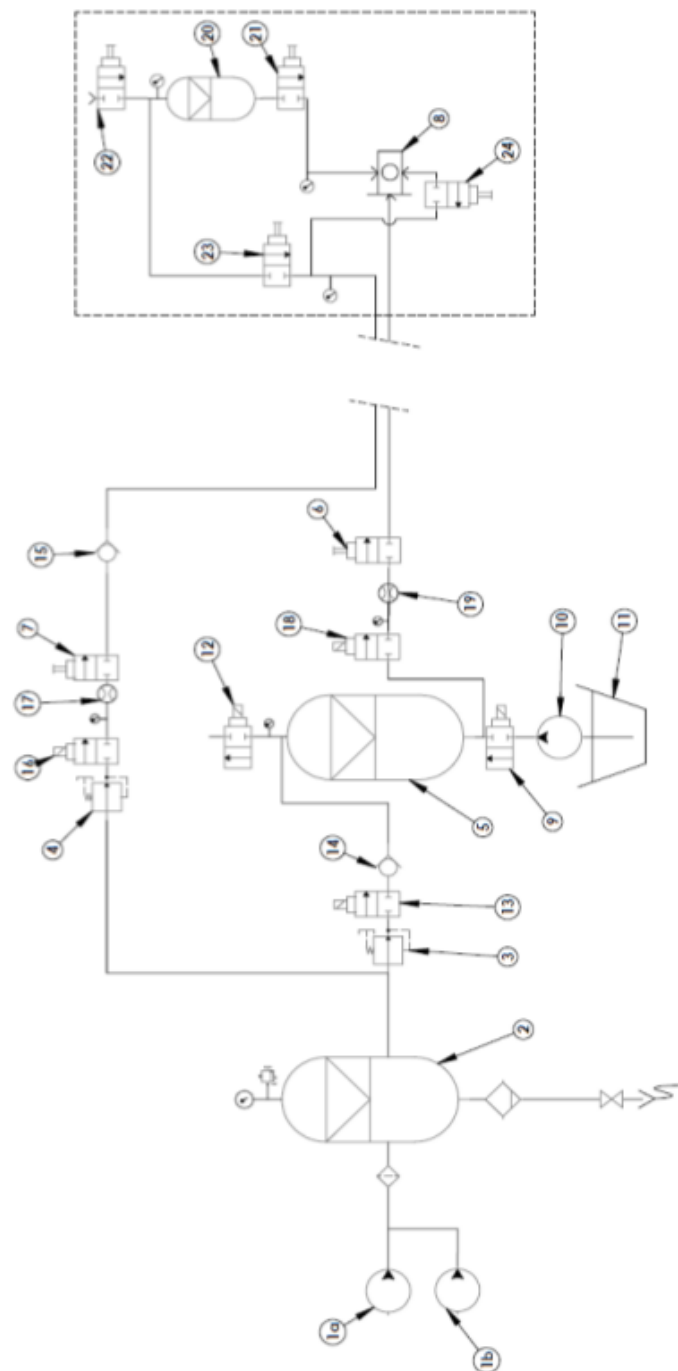


FIGURA 5

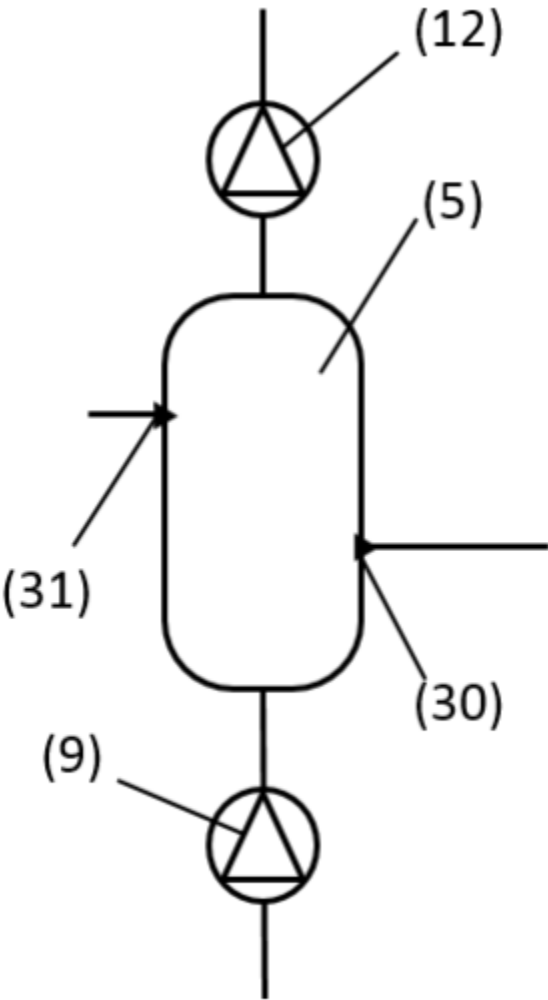


FIGURA 6

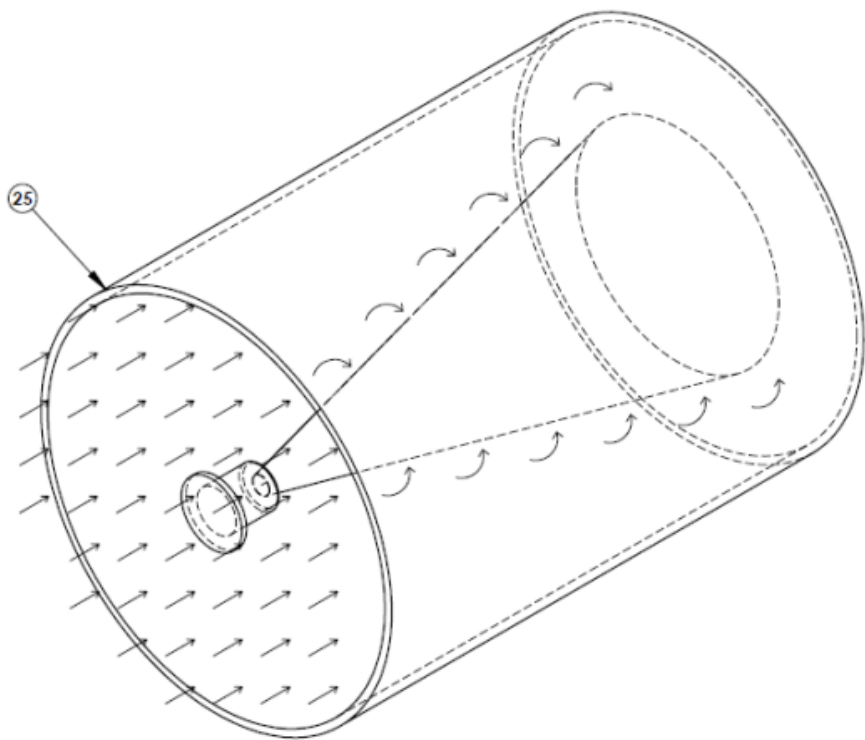


FIGURA 7

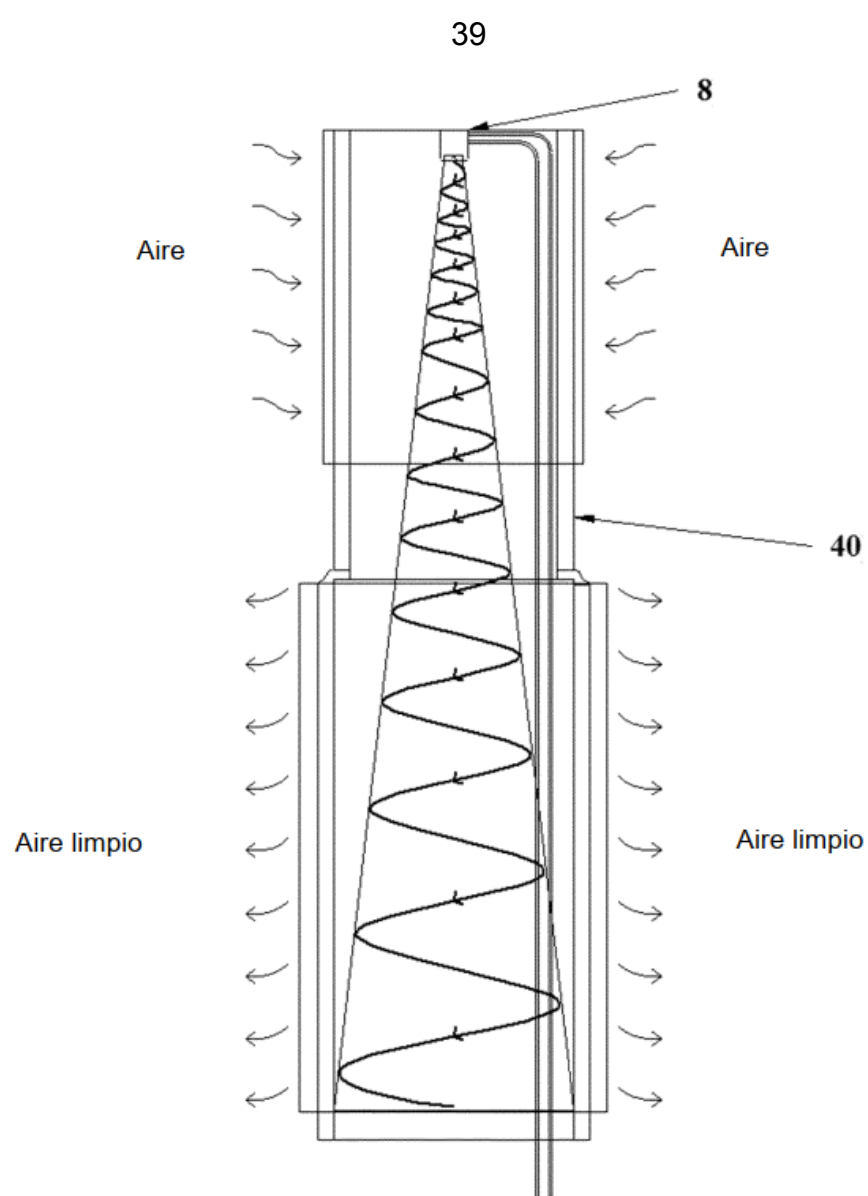


FIGURA 8