

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 299 342**

21 Número de solicitud: 202330155

51 Int. Cl.:

F23G 5/027 (2006.01)

F23B 99/00 (2006.01)

C08J 11/00 (2006.01)

C08J 11/04 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

02.02.2023

43 Fecha de publicación de la solicitud:

27.04.2023

71 Solicitantes:

EFESTO GREEN REACTORS, S.L (100.0%)
Ctra. Fuencarral-Alcobendas, 14B
28049 MADRID (Madrid) ES

72 Inventor/es:

PELAYO SÁNCHEZ, José Manuel

74 Agente/Representante:

TEMIÑO CENICEROS, Ignacio

54 Título: **EQUIPO PIROLÍTICO PARA EL RECICLAJE DE MATERIALES COMPUESTOS**

ES 1 299 342 U

DESCRIPCIÓN

EQUIPO PIROLÍTICO PARA EL RECICLAJE DE MATERIALES COMPUESTOS

5 **Campo de la invención**

La presente invención tiene su campo de aplicación dentro del sector industrial relacionado con el reciclaje y con las diferentes tipologías de instalaciones para reciclado de materiales compuestos, y más concretamente con el reciclaje de materiales compuestos con refuerzo
10 de fibra de vidrio y de fibra de carbono.

El objeto de la invención es proporcionar una nueva tipología de instalación de reciclado de este tipo de materiales con una estructura con la que se facilite y mejore el proceso de reciclaje.

15

Estado de la técnica

Es conocida la existencia de diferentes tipos de instalaciones dirigidas al reciclaje de materiales compuestos. En este sentido, ha de entenderse como material compuesto aquel
20 que está formado por dos o más componentes, siendo las propiedades de dicho material compuesto, superiores a las que tienen los materiales constituyentes por separado; y donde estos materiales están formados por dos fases, una fase continua denominada matriz y otra fase dispersa denominada refuerzo; donde el refuerzo proporciona las propiedades mecánicas al material compuesto mientras que la matriz aporta la resistencia
25 térmica y química, estando la matriz y el refuerzo separados por una interfase.

Se sabe que, para obtener la máxima calidad en el reciclado de los constituyentes, es necesario recuperar el material en el estado más cercano posible al original. Por tanto, en el caso de fibras provenientes de materiales compuestos de fibra continua, es necesario
30 recuperar las fibras con ausencia total de residuos provenientes de la matriz, de manera que sea posible un aprovechamiento de dichas fibras.

Los dos métodos más empleados de reciclado de materiales compuestos en la actualidad son el reciclado mecánico, que destruye la mayor parte de las propiedades del material de
35 base, y la incineración, que sólo permite la recuperación de energía.

Se conoce lo divulgado en el documento EP0750944, se describe un sistema de ultra-alto

impacto de energía para reducir el tamaño de partícula de los materiales compuestos en un proceso de reciclado de los mismos, pero donde no se puede obtener una separación posterior de los materiales triturados, y donde, además, las muy bajas temperaturas necesarias de enfriamiento para el correcto funcionamiento del sistema generan unos elevados costes del proceso.

Es conocido lo divulgado en el documento US2016039118 donde se define una planta de pirólisis para la recuperación de fibras de carbono de materiales compuestos. Esta planta comprende, entre otros, un horno de pirólisis con forma de tubo rotatorio calentado indirectamente, y destaca el problema de que al estar sometido el material a rotación en todo momento, desde el principio cuando es un material compuesto hasta el final cuando está descompuesto en fibras y resinas, se genera una menor calidad del producto final; y además, al realizarse todo el proceso de forma continua, no existe una separación clara entre materiales con mayor o menor grado de separado en sus elementos constituyentes lo que dificulta una mayor efectividad del proceso.

En el documento P201630474 se divulga una instalación para reciclado de materiales compuestos con refuerzo de fibra de carbono y/o fibra de vidrio, donde la instalación comprende una pluralidad de cámaras independientes entre sí, lo que hace que se presenten múltiples problemas relacionados con una gran volumetría, con una estructura compleja, además de precisar medios de arrastre del material de unas cámaras a otras, lo que se traduce en una instalación cara de mantener y difícil de implantar, y con unos altos costes de producción.

También se conoce lo divulgado en el documento ES1264129U donde se describe una instalación para reciclado de materiales compuestos con refuerzo de fibra de vidrio, pero que no está pensada para el reciclado de materiales compuestos con refuerzo de fibra de carbono y por tanto no es utilizable para esa tipología de materiales, que se constituye a partir de un reactor que adopta una disposición vertical, estando formado por una cavidad cilíndrica que determina una cámara de tratamiento, que se alimenta por la parte superior de forma automática y se descarga por la parte inferior. Este sistema permite mejorar los costes de producción y de implantación con respecto a los antecedentes previamente indicados; sin embargo, tiene el problema de que su configuración no está pensada para el reciclaje de la fibra de carbono.

Frente a estos antecedentes conocidos en el estado de la técnica, que se pueden resumir en soluciones horizontales de varias cámaras y en sistemas verticales, y conociéndose la

problemática técnica previamente indicada, la presente invención consiste en una nueva tipología de instalaciones para reciclado de materiales compuestos con refuerzo de fibra de vidrio y de fibra de carbono con una estructura diferenciada de cualquier otra conocida, que además aporta mejoras en cuanto al proceso de carga y de descarga, y también permite con diferentes gases simultánea o independientemente en diferentes momentos del tratamiento.

Explicación de la invención

10 La presente invención consiste una instalación para reciclado de materiales compuestos con refuerzo de fibra de vidrio y de fibra de carbono que está constituida por un reactor, unas cestas de carga, un equipo intercambiador-condensador con salida de humos filtrados y una antorcha.

15 Entrando en el detalle del reactor (R), elemento donde se alberga el material a tratar que se encuentra en una cesta de carga, el reactor comprende:

una carcasa exterior (1), construida de forma preferente por chapas y perfiles soldados de acero; que aporta al conjunto del reactor robustez; y una estructura portante de vigas de acero soldadas y atornilladas a la carcasa, permitiendo que el reactor sea desmontable para su posible transporte, y que puede comprender unos medios de guiado para el movimiento de la citada carcasa exterior y ubicación sobre las cestas de carga;

un aislamiento térmico (2), que comprende al menos una capa aislante, como por ejemplo, de lana de roca mineral o de fibra cerámica refractaria;

un revestimiento interior (3) constituido por al menos una chapa de acero inoxidable que delimita con el aislamiento térmico y evitar el desprendimiento y/o erosión del citado aislamiento;

unas resistencias eléctricas (4), constituidas de forma preferente de hilo de aleación Ni80Cr20, en forma de espirales que se sitúan sobre un chasis de pletinas de acero inoxidable y esteatitas dieléctricas con el fin de evitar los cortocircuitos eléctricos;

30 una virola interior (5), que es un cilindro concéntrico con el revestimiento interior, y que está constituido de chapa de acero inoxidable, delimitando la zona de las resistencias del interior de la propia virola, y donde la virola alberga en su cara interior un sistema de inyección de gases y un dispositivo ciclón de bóveda;

donde el sistema de inyección de gases (6) está compuesto por unos circuitos helicoidales sujetos a la pared interna de la citada virola, que comprenden una pluralidad de eyectores que permiten insuflar los gases en el interior de la cámara de la virola, y donde este sistema permite el control diferenciado de cada uno de los circuitos para insuflar

diferentes gases simultáneamente en el interior de la virola dependiendo del momento del tratamiento y que permite el tratamiento tanto de materiales compuestos con refuerzo de fibras de vidrio como con refuerzos de fibra de carbono; y

donde el dispositivo ciclón (7) de bóveda está formado por un ventilador centrífugo (71) construido en acero inoxidable, de gran capacidad; un motor (72) para su accionamiento, colocado en el exterior de la bóveda del ciclón y unido al ventilador mediante poleas y correas (73), un mecanismo de aspiración (74) para mejorar la dinámica del ventilador;

un sistema de elevación (8), que puede estar en la bóveda o en la parte exterior del reactor, que comprende un motorreductor eléctrico de eje hueco que acciona a través de sendos acoplamientos elásticos dos tambores ranurados que sirven para arrollar y desenrollar los cables de los que se suspende la cesta de carga conteniendo los materiales a reciclar;

una tapa inferior (9), situada en la zona inferior o base inferior del reactor, que es un elemento móvil mediante un sistema de piñones y cremalleras accionado por un cilindro hidráulico o un motorreductor eléctrico; y que alberga un equipo de convección accionado por un motor eléctrico que acciona mediante poleas y correas el eje de un ventilador centrífugo, construidos estos últimos en acero inoxidable; y donde este equipo de convección permite recircular los gases interiores por el interior de la virola y las resistencias, facilitando la transmisión de calor a los materiales contenidos en la cesta de carga.

En cuanto a las cestas de carga (C), estas se disponen debajo del reactor, y son habitáculos de forma cilíndrica, que están construidas a base de chapas, redondos y malla de acero inoxidable, de manera que delimite la carga del exterior y a la vez permite el paso de los gases recirculando a través de ellas.

Por otro lado, el equipo intercambiador-condensador (I-C) es un equipo de intercambio mixto de agua y aire de flujos perpendiculares; y comprende un tanque de agua (12) con una entrada (121) de agua y una salida (122) de agua, y por un conjunto de tubos (13) dispuestos el interior de los cuales circulan los vapores obtenidos en el proceso de calentamiento dentro del reactor. Este tanque con agua tiene un sistema de control de la temperatura basado en una sonda PT100 de inmersión, controlador de temperatura y un aero-refrigerador exterior accionado por el controlador anterior. Los gases entran en el tanque por un colector de entrada (14). En la parte inferior del equipo, tras la salida del tanque de agua, se dispone de al menos un recipiente de recogida de los condensados (15) obtenidos en ambos tramos de tubos tanto los descendentes como los ascendentes, que tiene forma de vértice o V. Tras ello, en corriente vertical en una chimenea de

ventilación (16), se sitúan en la parte inferior unos ventiladores (17) axiales soplando aire exterior perpendicularmente a unos tubos (18), tanto ascendentes como descendentes, con un colector de salida de gases no condensados (19) en una parte superior de la chimenea de ventilación. Los colectores a la entrada y salida permiten los caudales y
5 velocidades de estudio particularizados para los procesos de trabajo

Tras la salida de gases no condensados se dispone de un filtro (20) con la función de absorción de SO₂, y tras ello, una antorcha (A); donde la antorcha se trata un quemador de gas con al menos una llama, que tiene como función la de combustionar los
10 incondensados de los vapores generados en el proceso pirolítico; así se obtiene CO₂ y H₂O en pequeñas cantidades, evitando el vertido de productos indeseados a la atmósfera exterior, comprendiendo dicha antorcha una sección antirretorno (21) de los gases y una boca de salida (22).

Con respecto a los equipos y sistemas conocidos, la presente invención tiene una estructura diferenciada a cualquier otra conocida, donde el sistema incorpora un sistema de carga automático ubicado en la bóveda del equipo reactor, que introduce para cargar la cesta con los materiales a tratar por la base inferior; esta solución permite evitar sistemas
15 externos voluminosos de manejo de las cargas. También incorpora en la parte superior del reactor un dispositivo ciclón que se encarga de enviar los gases producidos en el proceso pirolítico, a la misma velocidad que se generan, hacia la sección de entrada del equipo intercambiador-condensador. Por su parte, el dispositivo intercambiador-condensador
20 dispuesto a continuación de la salida del ciclón está construido por un receptáculo donde llegan los gases calientes producidos en el proceso pirolítico conservando su temperatura; un número determinado de tubos colocados en rampa descendente hasta conectar con un
25 segundo recipiente de recogida de líquidos condensados, a continuación, salen otro número determinado de tubos en rampa ascendente hasta un tercer receptáculo de salida. Es decir, este equipo se independiza y aísla del resto de la instalación mediante sendas válvulas de compuerta accionadas automáticamente, mejorando el proceso de
30 funcionamiento del conjunto. En este sentido, los gases de salida del equipo intercambiador-condensador desembocan en un conducto circular aislado térmicamente, que se conecta a un sistema de filtrado y limpieza de los volátiles restantes. Este conducto y el sistema de filtrado conducen en su salida a través de otro conducto hacia una antorcha encargada de combustionar los compuestos incondensables, vertiendo a la atmósfera
35 exclusivamente CO₂ y H₂O en pequeñas cantidades, lo cual es una ventaja frente a otros sistemas conocidos.

Adicionalmente, el reactor puede comprender una estructura móvil con ruedas (10) en su parte inferior, que permite desplazarse automáticamente a lo largo de unos railes (11) de acero, con lo que permite que en su recorrido el equipo recoja, cargue o descargue las cestas de forma automática en cualquiera de las posiciones que ocupan las cestas de carga (C) en el subsuelo. Esta movilidad del reactor aporta ventajas frente a otros sistemas conocidos donde todos los componentes son fijos, por tanto, en el presente invento se mejoran los rendimientos de trabajo.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriores, se puede indicar que las ventajas frente a sistemas horizontales de varias cámaras es que es un equipo vertical, que ocupa menos espacio, hay menor consumo de gases, y es una instalación que evita la necesidad de tener medios de trasiegos mecánicos motorizados de las cestas en su recorrido a través las distintas cámaras; y respecto de soluciones verticales conocidas, se facilita y mejora el proceso de carga y descarga, el ciclón permite gestionar los caudales de gases pirolíticos convenientemente, evitando sobrepresiones en la cámara y fugas, la inyección de gases en el interior de la virola permite actuar directamente en el espacio ocupado por la carga; y el sistema de inyección de gases permite operar con diferentes gases simultáneamente o independientemente en diferentes momentos del tratamiento.

Se ha de tener en cuenta que la presente invención corresponde al campo técnico del reciclado de materiales, en concreto al reciclado de materiales compuestos con refuerzo de fibra de vidrio y fibra de carbono, y a, modo de ejemplo, se puede utilizar en el reciclado de las palas procedentes de los aerogeneradores de energía eólica que deben ser sustituidas por final de su ciclo de vida o por daños sufridos en su operación, o por el desuso del campo eólico en el que están instaladas.

Para finalizar, se ha de tener en cuenta que, a lo largo de la descripción y las reivindicaciones, el término “comprende” y sus variantes no pretenden excluir o limitar otras características técnicas o elementos adicionales como pueda ser, por ejemplo, las dimensiones, formas o materiales de los diferentes elementos que constituyen el equipo objeto de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que seguidamente se va a realizar y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante

de dicha descripción, un juego de planos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1: muestra una vista esquemática de un modo de realización del equipo pirolítico objeto de la presente invención.

Figura 2: muestra una vista de una sección del reactor del equipo pirolítico.

Figura 3: muestra una vista en perspectiva de un reactor sobre una cesta de carga.

Descripción detallada de un modo de realización de la invención

Tal como se observa en las figuras, una realización preferente del equipo objeto de la presente invención comprende un reactor (R) donde se realiza el tratamiento pirolítico de los materiales compuestos; unas cestas de carga (CC) con el material a tratar dispuestas en el subsuelo y debajo del reactor; un equipo intercambiador-condensador (IC) que recibe los gases de la pirólisis y comprende una salida de humos filtrados; y una antorcha (A); donde

el reactor (R), que tiene un espacio interno donde se dispone el material a tratar, comprende una carcasa exterior (1); un aislamiento térmico (2) que comprende al menos una capa aislante; un revestimiento interior (3) que delimita y cierra el aislamiento térmico; unas resistencias eléctricas (4) en forma de espirales que se sitúan sobre un chasis de pletinas de acero inoxidable y esteatitas dieléctricas con el fin de evitar los cortocircuitos eléctricos; una virola interior (5), que es un cilindro concéntrico con el revestimiento interior que delimita la zona de las resistencias del interior de la propia virola, y donde la virola alberga en su cara interior un sistema de inyección de gases (6) y un dispositivo ciclón (7) de bóveda; donde el sistema de inyección de gases (6) comprende una pluralidad de eyectores que permiten insuflar los gases en el interior de la cámara de la virola, y donde este sistema permite el control diferenciado de cada uno de los circuitos para insuflar diferentes gases simultáneamente en el interior de la virola dependiendo del momento del tratamiento y permitiendo el tratamiento tanto de materiales compuestos con refuerzo de fibras de vidrio como con refuerzos de fibra de carbono; y donde el dispositivo ciclón (7) de bóveda está formado por un ventilador centrífugo (71) construido en acero inoxidable, de gran capacidad; un motor (72) para su accionamiento, colocado en el exterior de la bóveda del ciclón y unido al ventilador mediante poleas y correas (73), un mecanismo de aspiración (74) para mejorar la dinámica del ventilador y la salida de gases de la pirólisis; un sistema de elevación (8) que comprende un motorreductor eléctrico de eje hueco que acciona a

través de sendos acoplamientos elásticos dos tambores ranurados que sirven para arrollar y desenrollar unos cables de elevación de los que se suspende la cesta de carga conteniendo los materiales a reciclar; una tapa inferior (9), situada en la zona inferior o base inferior del reactor, que es un elemento móvil y que alberga un equipo de convección (91) que permite recircular los gases interiores por el interior de la virola y las resistencias, facilitando la transmisión de calor a los materiales contenidos en la cesta de carga; y también comprende una estructura móvil con ruedas (10) en su parte inferior, que permite desplazarse automáticamente a lo largo de unos railes (11) de acero dispuestos en el suelo. con lo que permite que en su recorrido el equipo recoja, cargue o descargue las cestas de forma automática en cualquiera de las posiciones que ocupan las cestas de carga (CC) en el subsuelo;

unas cestas de carga (CC), estas se disponen debajo del reactor, y son habitáculos de forma cilíndrica, que delimitan la carga del exterior y a la vez permite el paso de los gases recirculando a través de ellas cuando son tratados dichos materiales en el interior del reactor (R), y que tal como se puede ver en la Fig.1, pueden haber varias, pudiendo moverse el reactor, y pudiendo haber una cesta de carga en posición de carga (CC1), una cesta en posición de descarga (CC2), una cesta en posición de recogida de producto reciclado (CC3) y una cesta en posición de espera (CC4);

un equipo intercambiador-condensador (I-C) que es un equipo de intercambiado mixto de agua y aire que comprende un tanque de agua (12) con una entrada (121) de agua y salida (122) de agua, y un conjunto de tubos (13) dispuestos el interior del tanque por los cuales circulan los vapores obtenidos en el proceso de calentamiento dentro del reactor. En este sentido, los gases entran en el tanque por un colector de entrada (14). En la parte inferior del equipo, tras la salida del tanque de agua, se dispone de al menos un recipiente de recogida de los condensados (15) obtenidos en ambos tramos de tubos tanto los descendentes como los ascendentes. Tras ello, en corriente vertical en una chimenea de ventilación (16), se sitúan en la parte inferior unos ventiladores (17) axiales soplando aire exterior perpendicularmente a unos tubos (18), tanto ascendentes como descendentes, con un colector de salida de gases no condensados (19) en una parte superior de la chimenea de ventilación. Tras la salida de gases no condensados se dispone de un filtro (20) con la función de absorción de SO₂, y tras ello, una antorcha (A);

donde la antorcha (A) se trata un quemador de gas, que tiene como función la de combustionar los incondensados de los gases generados en el proceso pirolítico del reactor (R) y filtrados en el equipo intercambiador-condensador (IC); así se obtiene CO₂ y H₂O en pequeñas cantidades, evitando el vertido de productos indeseados a la atmósfera exterior, comprendiendo dicha antorcha una sección antirretorno (21) de los citados gases y una boca de salida (22) al exterior.

REIVINDICACIONES

1.- Equipo pirolítico para el reciclaje de materiales compuestos, que se caracteriza por que comprende :

- 5 un reactor (R) donde se realiza el tratamiento pirolítico de los materiales, que comprende unas resistencias eléctricas (4) y una virola (5) interior que alberga en su cara interior un sistema de inyección de gases (6) y un dispositivo ciclón (7) de bóveda con ventilador centrífugo (71) y un mecanismo de aspiración (74) y de salida de los gases de la pirólisis; un sistema de elevación (8) de una cesta de carga (CC) que contiene los materiales a
- 10 tratar; y una tapa inferior (9) móvil que comprende un equipo de convección (91) de recirculación de los gases interiores en el reactor;
- al menos una cesta de carga (CC) con el material a tratar dispuestas en el subsuelo y debajo del reactor (R);
- un equipo intercambiador-condensador (IC) que recibe los gases del reactor (R), que
- 15 comprende un tanque de agua (12); un conjunto de tubos (13) dispuestos en el interior del tanque por donde circulan los gases obtenidos del reactor; al menos un recipiente de recogida de los condensados (15) de los citados tubos en la salida del tanque de agua; una chimenea de ventilación (16) con unos ventiladores (17) axiales soplando aire exterior perpendicularmente a unos tubos (18) conectados al recipiente de recogida de
- 20 condensados, donde la chimenea comprende una salida de gases en su parte superior y que está en conexión con un filtro (20) de absorción de SO₂;
- y una antorcha (A) que es un quemador de los gases generados en el proceso pirolítico y filtrados en el equipo intercambiador-condensador, que comprende una boca de salida (22) al exterior.

25

2.- Equipo pirolítico, según la reivindicación 1, donde el reactor comprende una carcasa exterior (1), con un aislamiento térmico (2) compuesto por al menos una capa aislante, y un revestimiento interior (3) que delimita y cierra el aislamiento término.

- 30 3.- Equipo pirolítico, según la reivindicación 1, donde las resistencias eléctricas (4) están dispuesta en forma de espirales y se sitúan sobre un chasis de pletinas de acero inoxidable y esteatitas dieléctricas.

- 4.- Equipo pirolítico, según la reivindicación 1, donde el dispositivo ciclón (7) de bóveda
- 35 comprende un motor (72) de accionamiento dispuesto en el exterior de la bóveda del ciclón y que está unido al ventilador (71) mediante poleas y correas (73).

5.- Equipo pirolítico, según la reivindicación 1, donde el sistema de elevación (8) que comprende un motorreductor eléctrico que acciona unos cables de elevación de la cesta de carga (CC).

5 6.- Equipo pirolítico, según la reivindicación 1, donde el reactor comprende una estructura móvil con ruedas (10) en su parte inferior de desplazamiento a lo largo de unos railes (11) de acero dispuestos en el suelo.

10 7.- Equipo pirolítico, según la reivindicación 1, donde las cestas de carga son unos habitáculos de forma cilíndrica.

8.- Equipo pirolítico, según la reivindicación 1, donde los gases generados en el reactor (R) entran en el tanque (12) del equipo intercambiador-condensador (IC) por un colector de entrada (14).

15

9.- Equipo pirolítico, según la reivindicación 1, donde el tanque de agua (12) comprende una entrada (121) de agua y una salida (122) de agua.

20 10.- Equipo pirolítico, según la reivindicación 1, donde el tanque de agua (12) comprende un sistema de control de la temperatura.

11.- Equipo pirolítico, según la reivindicación 10, donde el sistema de control comprende una sonda de inmersión, un controlador de temperatura y un aero-refrigerador exterior accionado por el controlador.

25

12.- Equipo pirolítico, según la reivindicación 1, donde la chimenea de ventilación (16) del equipo intercambiador-condensador (IC) comprende un colector de salida de gases no condensados (19).

30 13.- Equipo pirolítico, según la reivindicación 1, donde el filtro (20) es un filtro de absorción de SO₂

14.- Equipo pirolítico, según la reivindicación 1, donde la una antorcha (A) tiene una sección antirretorno (21) de los gases quemados.

35

15.- Uso de un equipo pirolítico como el definido en cualquiera de las reivindicaciones 1-14 para reciclar materiales compuestos con refuerzo de fibra de vidrio y de fibra de carbono.

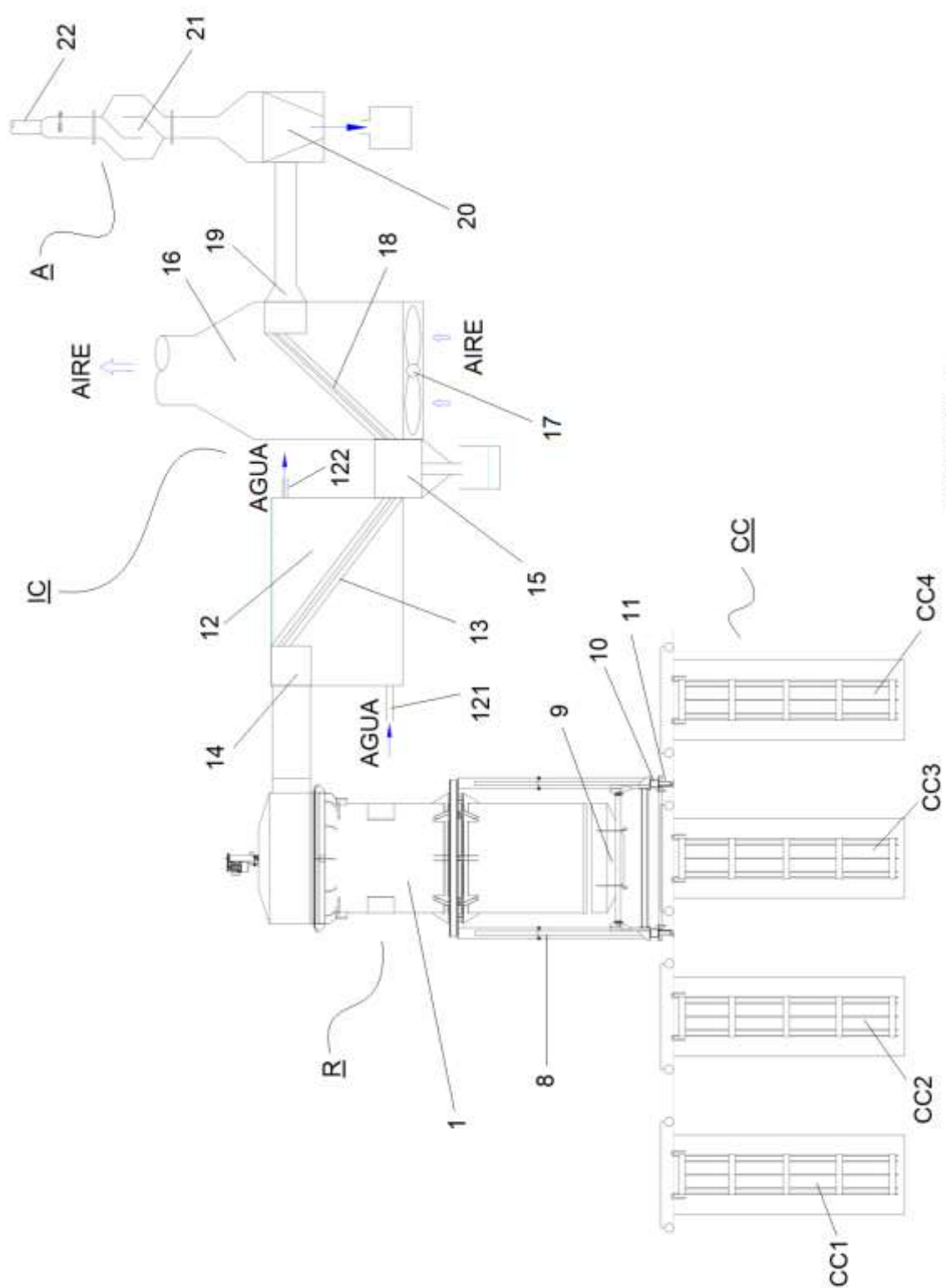


FIGURA 1

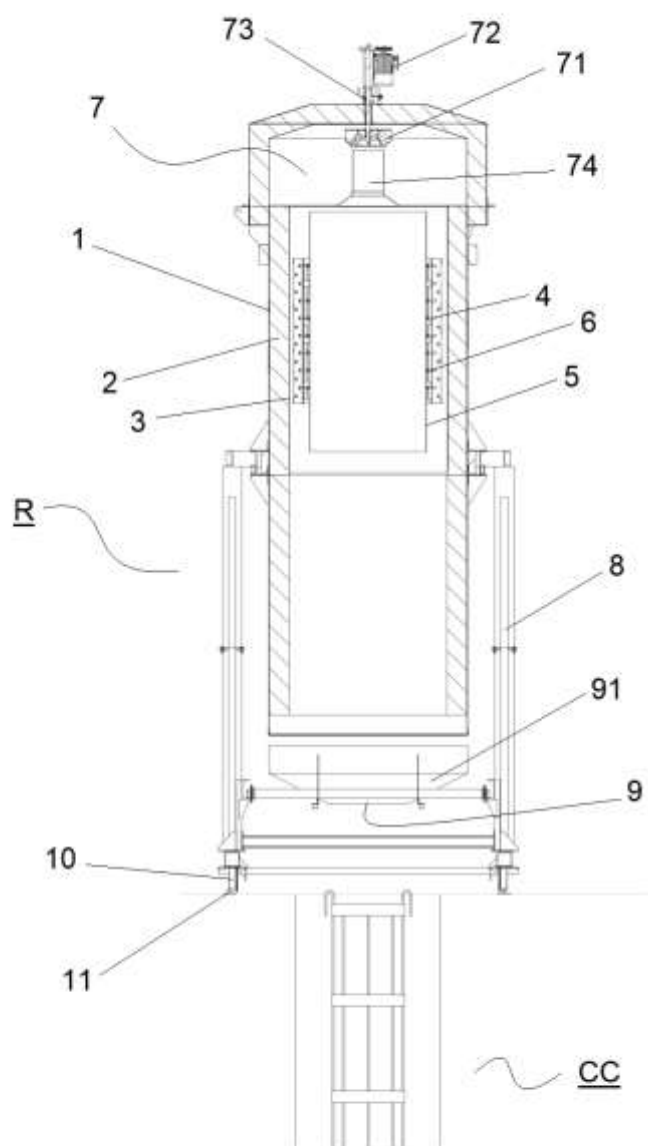


FIGURA 2

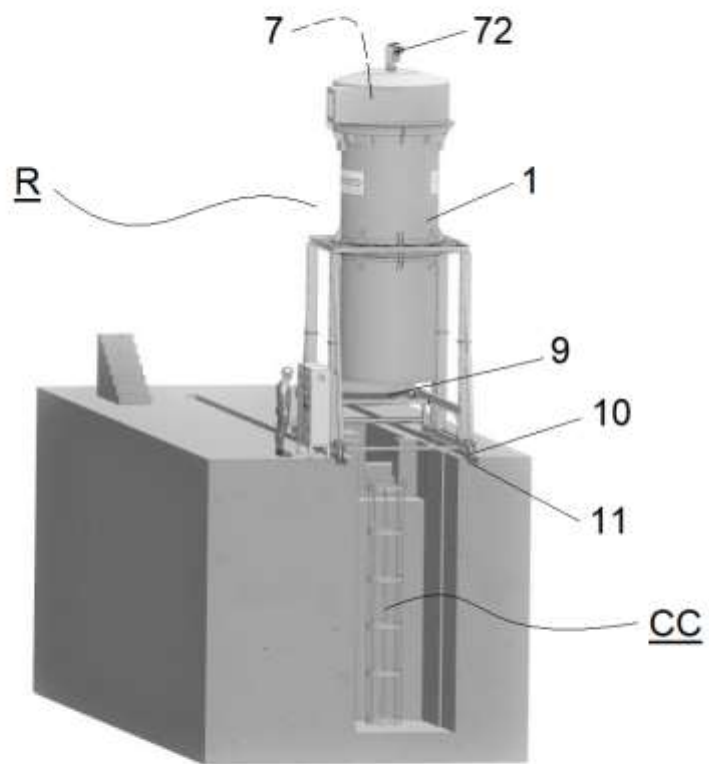


FIGURA 3