

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 673**

51 Int. Cl.:

A61L 11/00 (2006.01)

B09B 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2006 E 06752076 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2015 EP 1896183**

54 Título: **Aparato y método de procesado de residuos**

30 Prioridad:

05.05.2005 US 122341

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

15.02.2016

73 Titular/es:

**SLANE ENERGY, LLC (100.0%)
261 WEST JOHNSTOWN ROAD
COLUMBUS, OHIO 43230, US**

72 Inventor/es:

**MICHALEK, JAN K. y
BOZKAYA, UFUK**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 559 673 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

Aparato y método de procesado de residuos

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere al tratamiento de residuos sólidos urbanos y análogos.

Antecedentes de la invención

10 La presente invención se refiere a sistemas y métodos para tratar material de proceso y, más en concreto, a sistemas y métodos para tratar material residual sólido urbano, material residual médico, papel recuperado y análogos.

15 Como resultado de la creciente escasez de vertederos y de las normas medioambientales más estrictas, se han realizado esfuerzos para reducir el volumen del material de proceso, como residuos sólidos urbanos ("RSU") y material de papel, tal como papel de periódico y otros productos de papel recuperado y reciclado como un paso en el proceso de desecho del material, depositándolo en vertederos, incinerándolo o reciclando.

20 Se han desarrollado sistemas y métodos para separar dicho material para desecho o, en el caso de productos de papel, para uso como aislamiento.

25 Un ejemplo de tal proceso y dispositivo es la Patente de Estados Unidos número 5.190.226, que describe un aparato y método para separación, recuperación y reciclado de RSU. El aparato incluye un tambor rotativo que es alimentado en un extremo situado hacia arriba por un pistón alternativo, una fuente de vapor que está conectada para introducir vapor a temperatura alta al tambor, y un nervio o vuelo en espiral montado dentro del tambor para transportar material depositado en un extremo situado hacia arriba del tambor a lo largo de la longitud del tambor.

30 Se describe un dispositivo similar en US-1-5655718.

Se describe otro ejemplo en la Patente de Estados Unidos número 5.119.994 que describe una cuba de tratamiento con vapor que se mantiene estacionaria, preferiblemente en un ángulo a la horizontal.

35 Una de las desventajas de las disposiciones de la técnica anterior es que porciones de la carga de productos residuales en la cuba es compactada, pasivamente manteniendo la cuba en una posición fija con respecto a la horizontal, o activamente a través del uso de disposiciones nervadas en espiral o helicoidales que empujan porciones de la carga contra superficies activas en una dirección horizontal (o una dirección paralela al eje longitudinal de la cuba) cuando la cuba se haga girar. En algunos casos, las porciones compactadas de la carga de productos residuales hacen que porciones de la carga de productos residuales queden al margen del entorno de tratamiento con vapor.

40 Otra desventaja de la técnica anterior es que los sistemas y métodos anteriores no permiten el control más ventajoso y la distribución de energía impuestos a la cuba, y su transferencia eficiente a la masa de carga de residuos. Además, cada carga de productos residuales variará en sus constituyentes, y por ello en su capacidad de calor y en sus requisitos energéticos para tratamiento efectivo. En los métodos de la técnica anterior, había que variar los parámetros del proceso (temperatura, presión o tiempo) con cada carga de residuos, o la coherencia del producto procesado (es decir, el tamaño de partícula, el contenido de humedad, el grado de separación y el procesado en general) variaba de un lote a otro. Esto hacía poco eficiente un proceso industrial económica y técnicamente viable para el tratamiento de residuos.

50 Consiguientemente, también es ventajoso poder determinar la capacidad de calor de una carga dada de productos residuales para determinar por ello los requisitos energéticos para el tratamiento efectivo de dicha carga, para poder llevar a cabo el tratamiento con mayor eficiencia.

55 Un método de intentar lograr un tratamiento más eficiente se describe en la Patente de Estados Unidos número 9.397.492 e implica el continuo suministro de vapor durante la carga, mientras la cuba gira simultáneamente, con el fin de separar los residuos durante la carga en un material de densidad aproximadamente uniforme, de modo que la misma masa de residuos sea procesada en cada lote. Sin embargo, este proceso requiere un tratamiento de vapor separado durante la carga que da lugar a mayores requisitos de tiempo general para cada lote de residuos.

60 Consiguientemente, subsiste la necesidad de métodos que permitan una mayor eficiencia de tiempo y energía permitiendo al mismo tiempo el proceso de residuos en cargas que varíen en peso y constituyentes.

65 Consiguientemente, la presente invención representa una mejora sobre los aparatos y métodos de la técnica anterior, como los descritos en las Patentes de Estados Unidos números 5.540.391, 5.1126.363, 5.253.764, 5.190.226, 5.361.994, 5.427.650, 5.407.809 y 6.391.492.

Resumen de la invención

5 La presente invención incluye un aparato para procesar productos residuales sólidos, incluyendo el aparato una
 10 cuba cilíndrica montada rotativamente que tiene un primer extremo, un segundo extremo y una superficie interior,
 terminando al menos un extremo en una escotilla que se puede abrir para permitir el acceso al interior de la cuba y
 cerrar herméticamente para permitir la presurización de la cuba; una entrada de vapor para inyectar vapor dispuesta
 en uno o ambos extremos; una pluralidad de álabes sustancialmente rectos que sobresalen de la superficie interior
 de la cuba, y extendiéndose cada álabe sustancialmente toda la longitud de la cuba, de manera que pueda
 15 transportar material residual desde la parte inferior de la cuba hacia la parte superior de la cuba, y liberar el material
 residual para que caiga a la parte inferior de la cuba; y al menos un accionador para mover la cuba entre una
 posición donde el primer extremo está más alto que el segundo extremo y una posición donde el segundo extremo
 está más alto que el primer extremo (es decir, de tal manera que la cuba se mueva entre una posición donde el
 primer extremo se dirige hacia arriba de la horizontal, y una posición donde el segundo extremo se dirige hacia
 arriba de la horizontal).

La cuba se puede soportar de cualquier forma que permita dicho movimiento. Se prefiere que la cuba sea soportada
 por un punto de fulcro articulado alrededor del que se pueda mover.

20 La cuba incluye además al menos una puerta o escotilla, o medios similares para acceder al interior de la cuba para
 cargar y descargar la carga de residuos, que pueden ser transportados a la cuba por un transportador u otros
 medios tradicionales.

25 El aparato incluye un medio para girar la cuba, como el conocido y usado en la técnica, tal como aros y rodillos de
 muñón, o sistemas de engranaje y piñón movidos por cadena o un aro "espátula". Cualquier método estable de girar
 la cuba a una velocidad controlada sería adecuado. Sin embargo, la rotación de la cuba también debe ser capaz de
 acomodar su movimiento por el (los) accionador(es), como se describe aquí.

30 La disposición de los álabes y el interior de la cuba son preferiblemente tales que no haya esencialmente superficies
 contra las que la carga de productos residuales pueda ser comprimida lateralmente durante la rotación de la cuba;
 es decir, en una dirección paralela al eje longitudinal de la cuba; y que se facilite una región central abierta
 sustancialmente a través de toda la longitud de la cuba (es decir, el espacio de tratamiento de la cuba). Tal
 disposición permite transportar porciones de la carga de productos residuales desde la parte inferior de la cuba
 hacia la parte superior de la cuba, y liberarlas de modo que caigan a la parte inferior de la cuba a través del entorno
 35 de vapor presurizado como porciones discretas de densidad relativamente baja para aumentar el área superficial de
 dicha porción con respecto al entorno de vapor de la cuba.

40 En una realización alternativa, los álabes se pueden disponer de modo que pares de álabes adyacentes converjan
 hacia extremos opuestos de la cuba.

Las cubas tendrán muchas de las mismas características de las conocidas y usadas en la técnica, en términos de
 diseño para contener grandes cantidades de materia (es decir, varias toneladas) y de mantener el contenido a
 presión.

45 La entrada o entradas de vapor recibe(n) vapor por conductos de vapor que están adaptados para acomodar el
 movimiento de la cuba. Los conductos de vapor pueden ser de cualquier material de conducto apropiado para la
 transmisión de vapor a presión alta. Los conductos son flexibles o están provistos de otro modo de uniones
 suficientemente flexibles o articuladas para acomodar el movimiento de la cuba, y son controlados típicamente por
 una o más válvulas para introducir y sacar selectivamente vapor de la cuba durante el procesado de los residuos. El
 vapor se puede suministrar en cualquier posición a lo largo de la longitud de la cuba, y se conocen varias
 50 disposiciones para proporcionar un número de entradas de vapor a lo largo de la longitud de tal cuba. Sin embargo,
 la disposición más simple es proporcionar entradas de vapor en uno o ambos extremos de la cuba. El vapor
 proporcionado a la cuba puede ser vapor saturado o vapor supercalentado, y se puede suministrar a la cuba
 estáticamente o como una corriente a través de la cuba, o incluso en forma de pulsos de vapor discretos, tal como
 55 pulsos de vapor supercalentado.

Los accionadores pueden ser cualquier aparato capaz de mover la cuba entre una posición donde el primer extremo
 está más alto que el segundo extremo y una posición donde el segundo extremo está más alto que el primer
 extremo. El accionador está adaptado típicamente para mover la cuba entre una posición donde el primer extremo
 está más alto que el segundo extremo y una posición donde el segundo extremo está más alto que el primer
 extremo a una velocidad tal que sea capaz de nivelar una carga de productos residuales sólidos dispuestos en ella.
 Los ejemplos pueden incluir accionadores hidráulicos y accionadores mecánicos de tornillo, que se pueden disponer
 en pares dispuestos respectivamente a ambos lados del centro gravitacional de la cuba. Los accionadores pueden
 ser, por ejemplo, accionadores lineales mecánicos de tornillo, tal como los que se puede obtener en el mercado bajo
 60 el nombre Joyce ComDrive de Joyce de Dayton, Ohio, y los que se puede obtener en el mercado de Duff-Norton de
 Charlotte, Carolina del Norte.

El aparato también puede incluir sensores de carga independientes o asociados con el (los) accionador(es). Los sensores de carga pueden ser de cualquier tipo capaz de detectar y registrar cargas de la magnitud típicamente asociada con cubas de tratamiento de residuos del tipo de la presente invención.

5 El aparato incluye opcionalmente un microprocesador o controlador PLC asociado con los sensores de carga, teniendo el microprocesador o controlador PLC instrucciones de programa con el fin de determinar la carga distribuida dentro de la cuba, tal como en la posición de cada uno de los accionadores. El microprocesador o controlador PLC también puede estar adaptado para señalar los accionadores en respuesta a cambios en la
10 distribución de una carga de productos residuales contenidos en la cuba.

El aparato también puede incluir una pluralidad de termopares o termómetros dispuestos a lo largo de la longitud de la cuba. Estos pueden tener un microprocesador o controlador PLC asociado con ellos, teniendo el microprocesador o controlador PLC instrucciones de programa adaptadas para calcular la cantidad de energía absorbida por una
15 carga de productos residuales contenidos en la cuba en el tiempo.

El aparato también puede incluir un sistema de control para operar el sistema de cuba y puede incluir un producto de código de programa de ordenador que controla un ordenador incluyendo una o más unidades procesadoras centrales (CPUs) interconectadas a un sistema de memoria con componentes de control periféricos, tal como por
20 ejemplo, un microprocesador Pentium®, que se puede obtener en el mercado de Intel Corporation, Santa Clara, Calif.

Muy preferiblemente, el aparato tiene sensores de carga asociados con (los) accionador(es) o independientes de ellos, estando adaptados los sensores de carga para determinar la masa de una carga de productos residuales
25 contenidos en la cuba, y un microprocesador o controlador PLC que tiene instrucciones de programa con el fin de determinar la absorción de energía por masa de una carga de productos residuales contenidos en la cuba.

El aparato también incluye al menos un motor u otros medios para girar la cuba. El (los) motor(es) puede(n) estar conectado(s) a la cuba a través de medios de accionamiento/transmisión apropiados. Por ejemplo, los motores
30 pueden estar conectados a manguitos de accionamiento que rodeen la cuba, como se representa en las figuras. Típicamente, el motor y los medios de accionamiento estarán montados en una disposición tal que se muevan junto con el movimiento de la cuba propiamente dicha, por ejemplo, montados en un bastidor móvil que soporte la cuba.

35 Aparato con accionador de nivelación de punta solamente

Otra variación de la presente invención es un aparato para procesar productos residuales sólidos, incluyendo: una cuba cilíndrica montada rotativamente que tiene un primer extremo, un segundo extremo y una superficie interior, terminando al menos un extremo en una escotilla que se puede abrir para permitir el acceso al interior de la cuba y cerrar herméticamente para permitir la presurización de la cuba; una entrada de vapor para inyectar vapor dispuesta
40 en al menos uno de los extremos; una pluralidad de álabes sustancialmente rectos que sobresalen de la superficie interior de la cuba, y extendiéndose cada álabe sustancialmente toda la longitud de la cuba (es decir, el volumen contenido que proporciona tratamiento de vapor y el movimiento de la carga de residuos), de manera que sea capaz de transportar material residual desde la parte inferior de la cuba hacia la parte superior de la cuba, y liberar el material residual de modo que caiga a la parte inferior de la cuba; y al menos un accionador para mover la cuba
45 entre una posición donde el primer extremo está más alto que el segundo extremo y una posición donde el segundo extremo está más alto que el primer extremo.

Aparato con medio de nivelación por agitación solamente

Otra variación de la presente invención es un aparato para procesar productos residuales sólidos, incluyendo el aparato: una cuba cilíndrica montada rotativamente que tiene un primer extremo, un segundo extremo y una superficie interior, terminando al menos un extremo en una escotilla que se puede abrir para permitir el acceso al interior de la cuba y cerrar herméticamente para permitir la presurización de la cuba; una entrada de vapor para inyectar vapor dispuesta en al menos uno de los extremos; y al menos un accionador para agitar la cuba de manera
50 que sea capaz de nivelar una carga de productos residuales sólidos dispuestos en ella.

Método de tratar residuos que implica caída libre a través de una zona de densidad baja

La presente invención también incluye un método de procesar productos residuales sólidos en una cuba que tiene un eje longitudinal central, incluyendo: cargar la cuba con una carga de productos residuales sólidos a lo largo de la parte inferior de la cuba, teniendo la cuba una pluralidad de álabes sustancialmente rectos que se extienden desde la superficie interior de la cuba y extendiéndose cada álabe sustancialmente toda la longitud de la cuba; sellar la cuba; introducir vapor a la cuba; girar la cuba con el fin de hacer que la carga de productos residuales sólidos se mueva desde la parte inferior de la cuba hacia la parte superior de la cuba y pueda caer a través de la cuba con el fin de mantener una región de densidad baja de residuos sustancialmente a lo largo de la longitud de la cuba; y a continuación despresurizar la cuba y descargar de ella los residuos procesados.
60
65

Típicamente, los productos residuales sólidos son movidos desde la parte inferior de la cuba hacia la parte superior de la cuba y se dejan caer en una serie de porciones discretas a través de una región de densidad relativamente baja del interior de la cuba.

5 Se prefiere que la cuba se haga girar sin compresión sustancial de la carga de productos residuales sólidos a lo largo de una dirección paralela al eje longitudinal central. También se prefiere que la carga de productos residuales sólidos se nivele activamente mientras la cuba se hace girar, o que la cuba sea agitada mientras ésta se hace girar.

10 Otro aspecto preferido del método de la invención es que los productos residuales sólidos sean transportados de un lado al otro a lo largo de una dirección paralela al eje longitudinal central mientras la cuba se hace girar. Esto se puede realizar basculando la cuba usando los accionadores, y/o por acción de la pluralidad de álabes cuando se usa la configuración donde los pares de álabes convergen hacia extremos opuestos.

15 Es muy preferible que los álabes estén dispuestos en pares que converjan de forma alterna hacia extremos opuestos de la cuba para proporcionar un movimiento adicional de un lado al otro de la masa de carga de residuos. Además, los álabes pueden estar provistos de torsión alrededor de su eje longitudinal de tal manera que haya un retardo de tiempo entre el descenso de las porciones de la masa de carga de residuos que son elevadas por la porción relativamente más alta de cada álabe inclinado, y las porciones de la masa de carga de residuos que son elevadas por la porción relativamente más baja de cada álabe inclinado, cuando la cuba gira.

20 Es muy preferible que el vapor sea introducido por ambos extremos de la cuba, y es muy preferible que el vapor sea vapor supercalentado introducido en pulsos a la cuba usando sistemas de válvula y liberación de presión apropiados.

25 En otra variación preferida del método de la invención, la distribución de masa de la carga de productos residuales sólidos se mide mientras la cuba está girando, y, opcionalmente la energía absorbida por la carga de productos residuales sólidos se mide mientras la cuba está girando.

30 El método de la presente invención también puede incluir medir la distribución de masa de la carga de productos residuales sólidos y medir la energía absorbida por la carga de productos residuales sólidos mientras la cuba está girando, y determinar el tiempo requerido para tratar la carga de productos residuales sólidos a partir de la cantidad de energía absorbida por la carga de productos residuales sólidos en el tiempo. A su vez, esto permite al operador detener el tratamiento de la carga de productos residuales sólidos después del tiempo necesario para tratar la carga de productos residuales sólidos determinado a partir de la cantidad de energía absorbida por la carga de productos residuales sólidos en el tiempo. Esto lo puede hacer el operador o se puede hacer automáticamente mediante control de realimentación de los microprocesadores o controladores PLC.

40 El aparato y método de la presente invención ofrece ventajas sobre los sistemas anteriores que incluían disposiciones helicoidales o de tornillo diseñadas para mover la carga de productos residuales sólidos de un extremo de la cuba al otro, u otras disposiciones interiores que incluyen superficies dispuestas perpendiculares al eje longitudinal de la cuba. Estas disposiciones dan lugar a menudo a compresión de porciones de la carga de productos residuales, evitando el tratamiento eficiente y completo de dichas porciones.

45 En contraposición, el aparato y método de la presente invención permiten la formación de una zona que se extiende la longitud de la cuba nivelando la carga antes de iniciar el tratamiento o poco después de iniciar el tratamiento. Los álabes del aparato de la presente invención toman porciones de la carga de productos residuales y las elevan sucesivamente y las dejan caer a través de dicha zona de densidad baja, sin compresión sustancial de ninguna porción de la carga de productos residuales, como la que produce el transporte de la carga a lo largo del eje longitudinal de la cuba, o manteniendo la cuba en una posición inclinada con respecto a la horizontal.

50 Además, el aparato y método de la presente invención permite supervisar tanto la carga como la temperatura de zonas dentro de la cuba.

55 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista en perspectiva de un aparato para procesar productos residuales sólidos según una realización de la presente invención.

60 La figura 1a es otra vista en perspectiva de un aparato representado en la figura 1.

La figura 2 es una vista en sección transversal de la cuba para procesar productos residuales sólidos según una realización de la presente invención.

65 La figura 3 es otra vista en perspectiva de un aparato para procesar productos residuales sólidos según una realización de la presente invención.

La figura 4 es una vista en planta de un aparato para procesar productos residuales sólidos según una realización de la presente invención.

5 La figura 5 es una vista en sección transversal de la cuba para procesar productos residuales sólidos según una realización de la presente invención.

La figura 6 es un esquema de un sistema de procesado de residuos con el que se puede usar la presente invención, para procesar productos residuales sólidos según una realización de la presente invención.

10 La figura 7 es un esquema de un sistema de procesado de residuos con el que se puede usar la presente invención, para procesar productos residuales sólidos según otra realización de la presente invención.

15 La figura 8 es una vista longitudinal de la porción cilíndrica de una cuba de tratamiento, y representa una realización alternativa de la presente invención donde se usa una pluralidad de álabes rectos en la cuba.

La figura 9 es una vista en alzado de la porción cilíndrica de una cuba de tratamiento, y representa una realización alternativa de la presente invención donde se usa una pluralidad de álabes rectos en la cuba.

20 La figura 10 es una vista en perspectiva de la porción cilíndrica de una cuba de tratamiento, y representa una realización alternativa de la presente invención donde se usa una pluralidad de álabes rectos en la cuba.

Descripción detallada de la realización preferida

25 Según el resumen anterior, a continuación se ofrece una descripción detallada de la realización preferida que actualmente se considera su mejor modo.

30 La invención se refiere a un proceso para reciclar residuos. Este proceso consiste en esterilizar materiales de alta densidad como vidrio, plástico, metales, y recuperar otros de residuos sólidos urbanos (RSU) y convertir papel, cartón, residuos de alimentos, etc, en una fibra utilizable y separarla de otros materiales reciclables.

La figura 1 representa un ejemplo de un aparato para procesar productos residuales sólidos según una realización de la presente invención.

35 La figura 1 representa una cuba cilíndrica montada rotativamente 1 que tiene un primer extremo, un segundo extremo y una superficie interior, terminando al menos un extremo en una escotilla 2 que se puede abrir para permitir el acceso al interior de las cubas y cerrar herméticamente para permitir la presurización de la cuba. Se prefiere que la cuba tenga una escotilla en un extremo de tal manera que la cuba se pueda abrir para permitir el acceso al interior de la cuba y cerrar herméticamente para permitir la presurización de la cuba, la carga de productos residuales, y de modo que se pueda cargar por un extremo y sacar por el otro extremo. Esto se puede hacer usando un pistón que pueda empujar la carga tratada de la cuba extendiéndola a través de la cuba.

40 También se representa en la figura 1 una entrada de vapor 3 para inyectar vapor dispuesta en al menos uno de los extremos, y preferiblemente en ambos extremos. La entrada de vapor 3 puede estar conectada a conductos de vapor (no representados) con el fin de introducir y mantener la presión de vapor en la cuba.

45 Una pluralidad de álabes sustancialmente rectos 16 sobresalen de la superficie anterior de la cuba, extendiéndose cada álabe sustancialmente toda la longitud de la cuba, de manera que sea capaz de transportar material residual desde la parte inferior de la cuba hacia la parte superior de la cuba, y liberar el material residual de modo que caiga a la parte inferior de la cuba.

La cuba se puede girar con respecto a la porción de bastidor superior 5, por ejemplo en virtud de accionamientos de manguito mecánicos 6. El aparato también incluye al menos un motor u otro medio para girar la cuba.

55 El (los) motor(es) 7 puede(n) estar conectado(s) de otro modo a la cuba a través de medios de accionamiento/transmisión apropiados, tal como un piñón, por una cadena o correa.

60 Típicamente, el motor y el medio de accionamiento se montarán en una disposición tal que se muevan junto con el movimiento de la cuba propiamente dicha, por ejemplo, montándolos en un bastidor móvil 5 que soporte la cuba.

A su vez, la porción de bastidor superior 5 es soportada por la porción de bastidor inferior 8 que incluye una porción de pivote de fulcro 9. También se representan en la figura 1 los accionadores mecánicos de tornillo 10 a ambos lados de la porción de pivote de fulcro 9 que mueven la cuba 1 entre una posición donde el primer extremo está más alto que el segundo extremo y una posición donde el segundo extremo está más alto que el primer extremo. Este movimiento permite al operador equilibrar la carga de productos residuales cargados tanto antes como durante el tratamiento con vapor. Equilibrar la carga de productos residuales durante el tratamiento con vapor permite al

operador hacer más uniforme la transferencia de calor a la masa, por ejemplo, quitando los puntos fríos que puedan desarrollarse en la masa de carga de residuos. Los accionadores 10 pueden estar conectados en tándem a través del bastidor 8 por vástagos de accionamiento 11 que son movidos por motores eléctricos respectivos 12.

5 Los accionadores 10 pueden incluir sensores de carga para determinar el estado de equilibrio de la carga de productos residuales cargados originalmente. Si se determinase que la carga de productos residuales está
 10 desequilibrada después de la carga inicial, se puede usar los accionadores 10 para redistribuir la carga para nivelar su equilibrio, mediante oscilación de un lado al otro o mediante agitación rápida, para hacer que la carga de productos residuales cambie de posición dentro de la cuba. Los sensores de carga pueden proporcionar señales o
 15 información a un microprocesador o controlador PLC que está provisto de instrucciones de programa de acceso a la carga en cada sensor, y para proporcionar instrucciones de realimentación a los accionadores.

La figura 1 también representa la cuba cilíndrica montada rotativamente 1 con el primer extremo elevado con respecto al segundo extremo, que sería la posición de carga de la cuba con la ayuda de un transportador de entrada
 15 13. Esta posición también se puede usar para descargar los productos residuales después del tratamiento sobre el transportador de descarga 14, o para empujar la carga de productos residuales hacia el segundo extremo con el fin de nivelar la carga de productos residuales durante el procesado. La posición de la cuba 1 se puede variar naturalmente a lo largo del rango de posiciones desde la horizontal a cualquier ángulo entre el ángulo de basculamiento máximo representado en la figura 1, y su contrario correspondiente.

20 La figura 1a es otra vista en perspectiva de un aparato representado en la figura 1, que representa el extremo de descarga o segundo más bajo que el extremo de entrada o primero.

La figura 3 representa, usando los mismos números de referencia indicados en la figura 1, una cuba cilíndrica montada rotativamente 1 como se ilustra en la figura 1 con el primer extremo y el segundo extremo
 25 aproximadamente a la misma altura de tal manera que la cuba esté horizontal. Esta posición es típica de las posiciones en las que la cuba se mantendría durante la operación, efectuando ajustes relativamente pequeños para empujar la carga de productos residuales hacia un extremo con el fin de nivelar la carga de productos residuales. Esta vista también representa la segunda escotilla 2a (que tiene la entrada de vapor 3a) que se usa como un lote de
 30 salida para la carga de productos residuales tratados.

A la inversa, la figura 4 representa una vista en planta superior de la cuba cilíndrica montada rotativamente 1 como se ilustra en la figura 1 con el segundo extremo elevado con respecto al primer extremo, como puede ser necesario
 35 para mover la carga de productos residuales hacia el primer extremo con el fin de nivelar la carga de productos residuales.

La figura 5 es una vista en sección transversal longitudinal del sistema de cuba para procesar productos residuales sólidos según una realización de la presente invención, usando las mismas líneas de las figuras 1 y 2 y tomada a lo
 40 largo de la línea 5-5 de la figura 4. La figura 5 representa la inclinación de uno de los álabes tal como 16a-16d representado en la figura 2 (una sección transversal a lo largo de la línea 2-2 de la figura 4), y también muestra que pares contiguos de álabes convergen alternativamente hacia extremos opuestos de la cuba. Esta vista también representa que la cuba puede incluir adicionalmente secciones frustocónicas en un extremo para asistir la carga y descarga de la cuba, y para ayudar a mantener porciones de la carga de productos residuales orientadas en la
 45 porción de la cuba provista de los álabes para agitación.

Las figuras 8, 9 y 10 muestran vistas de la porción cilíndrica de una cuba de tratamiento como la aquí descrita, y representa una realización alternativa de la presente invención donde se usa una pluralidad de álabes rectos en la cuba.

50 La figura 8 representa una vista longitudinal de la porción cilíndrica de una cuba de tratamiento 20 en lugar de la cuba 1 aquí descrita, donde se usa una pluralidad de álabes rectos 21 en la cuba. Los álabes 21 están montados en ménsulas de montaje individuales 22 que sirven para mantener los álabes 21 lejos de la superficie interior 23. La figura 8 es una vista tomada desde la línea 8-8 de la figura 9. Las ménsulas de montaje 22 también se pueden usar para montar los álabes retorcidos como se describe aquí.

55 La figura 9 es una vista en alzado de la porción cilíndrica de una cuba de tratamiento 20, y representa en transparencia una pluralidad de álabes rectos 21 y ménsulas de montaje 22 que sujetan los álabes 21 lejos de la superficie interior 23.

60 La figura 10 es una vista en perspectiva de la porción cilíndrica de una cuba de tratamiento 20, y representa en transparencia una pluralidad de álabes rectos 21 y ménsulas de montaje 22 que sujetan los álabes 21 lejos de la superficie interior 23.

65 La figura 6 es un esquema de un sistema de procesado de residuos con el que se puede usar la presente invención, para procesar productos residuales sólidos según una realización de la presente invención que permite el flujo unidireccional de vapor a través de la cuba. Esta figura representa los varios componentes de un sistema diseñado

para suministrar vapor a la cuba, y los componentes auxiliares de la realización preferida. Esta figura también representa las posiciones de válvulas y calibres que usan marcas estándar, tal como válvulas de control, válvulas de retención, termopares, alcachofas, manómetros, motores y bombas.

5 La figura 7 es un esquema de un sistema de procesado de residuos con el que se puede usar la presente invención, para procesar productos residuales sólidos según otra realización de la presente invención que permite flujo bidireccional de vapor a través de la cuba que se puede suministrar en pulsos. Esta figura también representa las posiciones de válvulas y calibres que usan marcas estándar, tal como válvulas de control, válvulas de retención, termopares, alcachofas, manómetros, motores y bombas. Este esquema proporciona un ejemplo de un sistema que
10 permite suministrar vapor, en particular vapor supercalentado, en pulsos a la cuba de la presente invención.

Las vistas de las figuras 3 y 4 se usan a efectos ilustrativos solamente, y se entenderá que la cuba puede estar menos inclinada durante el procesado con el fin de hacer ajustes menores en la distribución de carga mediante la nivelación, y que tal movimiento puede ser relativamente rápido o menor y/o repetitivo, dependiendo de la situación de carga presentada.
15

La figura 2 también representa un ejemplo de una línea 17 que representa la parte superior de una carga de productos residuales tal como aparecería una vez nivelada dentro de la cuba 1. La carga de productos residuales deja encima de ella una zona de espacio 18 de tal manera que una región de vapor se extienda la longitud de la cuba a través de la que pasarán sucesivas porciones de los productos residuales cuando la cuba gire. Se prefiere que el interior de la cuba esté sustancialmente libre de una estructura que presente superficies que no sean sustancialmente paralelas al eje longitudinal central de la cuba.
20

La operación de la cuba se puede apreciar a partir de la sección transversal del aparato representado en la figura 3, representando la figura 2 la cuba 1, la superficie interior 15 y los álabes 16a-16d.
25

Los álabes pueden ser rectos y sustancialmente paralelos al eje longitudinal de la cuba, o, como se representa en la figura 2, pueden estar inclinados preferiblemente de tal manera que pares de álabes contiguos (por ejemplo, 16a y 16b) converjan hacia un extremo de la cuba, mientras que pares de álabes sucesivos (por ejemplo, 16b y 16c) converjan hacia el extremo opuesto de la cuba, según se ve en la figura 2. Los álabes rectos permiten que porciones de la carga de residuos se eleven verticalmente y caigan verticalmente cuando la cuba gire. Los álabes inclinados descritos anteriormente también producen un movimiento alterno de un lado al otro de sucesivas porciones de la carga de residuos, cuando la cuba gira, permitiendo que sucesivas porciones de la carga de residuos caigan en un ángulo a la vertical de tal manera que las sucesivas porciones sean movidas suavemente de un lado al otro sin compactación.
30
35

Después de cargar la cuba con la carga de productos residuales, se cierra la puerta a través de la que se efectuó la carga, se introduce vapor continuamente a la cuba, y se presuriza la cuba. Se puede alimentar vapor fresco de forma continua a la cuba desde el extremo de carga, y después de alcanzar una presión de procesado predeterminada, se puede dejar que salga vapor de la cuba a la línea de descarga de vapor.
40

Se supervisan la temperatura y la presión de la cuba, y el flujo de vapor se regula para mantener el proceso dentro de rangos de procesado predeterminados (típicamente alrededor de 50 psi, a 300 grados F). La cuba se hace girar a una velocidad predeterminada (dependiendo del tamaño de la cuba), y después de un período de tiempo predeterminado (típicamente de 20 a 45 minutos), se libera la presión y se sacan los residuos procesados.
45

La temperatura de la carga de productos residuales puede ser supervisada por termómetros o termopares dispuestos a lo largo de la longitud de la cuba. Las lecturas de temperatura se toman y se aplican para determinar la temperatura de porciones de la carga de productos residuales. Los termómetros o termopares pueden proporcionar señales o información a un microprocesador o controlador PLC que está provisto de instrucciones de programa para acceso a la temperatura en cada termómetro o termopar, y para proporcionar instrucciones de realimentación a los accionadores. Esta información puede ser usada como control de realimentación a los accionadores 9 con el fin de ajustar la carga de productos residuales dentro de la cuba con el fin de aumentar la transferencia de calor a porciones de la carga que no reciba tratamiento efectivo de calor, con el fin de mantener una transferencia de calor general eficiente a la carga de productos residuales en general.
50
55

Una carga dada de productos residuales puede contener una amplia variedad de constituyentes, como madera, papel, materia orgánica, agua, etc. Cada carga de productos residuales presenta su propio perfil de capacidad y transferencia de calor, mientras que se requiere una absorción de calor general de la masa con el fin de realizar un tratamiento efectivo de la carga de productos residuales.
60

La información de los termómetros o termopares también se puede usar para determinar la absorción de calor en el tiempo cuando la carga de productos residuales se calienta inicialmente. Esto permite al operador (o un microprocesador o controlador PLC) extrapolar las necesidades energéticas para dicha carga de productos residuales y, en base a una comparación del perfil de transferencia de calor, para determinar también la composición de constituyentes cualitativa aproximada de la carga de productos residuales, y así permitir la
65

determinación del tiempo de tratamiento necesario para tratar dicha carga concreta.

Al operar la cuba de la presente invención, la cuba se puede bascular con el fin de presentar la escotilla de entrada 2 hacia arriba con respecto a la horizontal, y de poder colocar una carga de productos residuales en la cuba con la ayuda del transportador 13. A continuación se cierra la escotilla 2 y la carga de productos residuales 17 (véase la figura 2) se puede nivelar opcionalmente mediante una acción alternativa de los accionadores 10 antes de la introducción de vapor o después de la introducción inicial de vapor.

Una vez sellada la escotilla 2, se introduce vapor a la cuba a través de las entradas 3 y/o 3a para proporcionar un entorno de vapor presurizado en la cuba 1. Los ejemplos de sistemas usados para producir e inyectar el vapor se muestran en las figuras 6 y 7.

Entonces se gira la cuba 1, y los álabes 16a-16d (o álabes 21 en las figuras 8-10) operan elevando porciones de la carga de productos residuales 17 desde la parte inferior a la parte superior de la cuba, y luego los liberan dejándolos caer a través de la zona del entorno de vapor 18 de densidad relativamente baja (es decir, el espacio no ocupado por los productos residuales 17 según se ve en la figura 2. Esta zona aumenta de volumen cuando los productos residuales 17 se encogen durante el procesado.

La cuba de forma cilíndrica 1 tiene varios álabes que funcionan como un aparato agitador para homogeneizar el calor y hacer circular los residuos vertical y/u horizontalmente, y al menos una abertura para cargar y descargar residuos (es decir, escotillas 2 y 2a, respectivamente). Las estructuras cónicas en las aberturas mejoran la entrada de la carga de productos residuales y la descarga de los residuos tratados. Estas estructuras también sirven para mantener los residuos en la región horizontal central de la cuba. La cuba se puede inclinar por su eje longitudinal con respecto a la posición horizontal para la carga efectiva de residuos en la cuba por la fuerza de la gravedad. Dicho basculamiento también se puede usar durante el procesado para nivelar la carga de productos residuales.

Según la invención, las entradas de vapor están conectadas a una o más fuentes de vapor saturado o supercalentado y a un receptor de vapor. De esta forma, la cuba se presuriza y despresuriza por una o varias aberturas. Cada abertura puede estar provista de un bloqueo de presión y conductos de flujo bidireccional de vapor y válvulas. El aparato también puede incluir una bomba de vacío de vapor opcional en cada abertura para la rápida despresurización de la cuba. También se puede incluir válvulas de unión rotativas para permitir la entrada-salida de flujo de vapor de la cuba cuando la cuba esté girando o basculando. Estos elementos se representan esquemáticamente en las figuras 6 y 7.

Pilas de carga que están montadas en o son independientes del (los) accionador(es) y están conectadas a la estructura de bastidor detectan cuándo el material de proceso dentro de la cuba no es distribuido uniformemente a lo largo del eje horizontal de la cuba. La distribución uniforme de residuos en la cuba se logra girando la cuba en el eje de su latitud según y con la referencia a señales de pila de carga.

Cuando la cuba gira, la temperatura es supervisada para determinar el cambio de temperatura de la carga de productos residuales en el tiempo. Se puede usar una pluralidad de sensores de temperatura para enviar realimentación al control al objeto de lograr una temperatura homogénea en la cuba. El sistema de control de realimentación y el controlador pueden incluir PLC o microprocesadores que acepten datos de los sensores de temperatura y carga y proporcionen control de realimentación a la rotación de la cuba y los accionadores para recolocar y redistribuir la carga de residuos cargados según sea preciso para un procesado eficiente.

Se prefiere que la cuba calentada y presurizada se gire bidireccionalmente, y a una velocidad constante o variable dependiendo del tipo de residuos, para lograr una transferencia de calor homogénea durante el ciclo de tratamiento. Cuando los residuos se contraen debido a la presión y temperatura, el volumen de la carga de residuos disminuye. El espacio abierto, tal como el volumen de espacio 18, aumenta por contracción en la cuba y sirve como una región caliente para realizar tratamiento de calor en porciones de la carga de residuos que estén elevadas y puedan caer a través de dicha región de densidad relativamente baja. Esto proporciona una exposición muy completa y eficiente de los residuos al entorno de vapor.

Estos datos de temperatura también se pueden usar para determinar la absorción de energía general en el tiempo, lo que, a su vez, permite al operador caracterizar los productos residuales cualitativamente (por ejemplo, en términos de composición general de materia orgánica, papel, etc) a través de datos predeterminados acerca de los constituyentes de los productos residuales, y por ello extrapolar la cantidad de tiempo que una carga dada de productos residuales requerirá para completar el procesado. Esta información puede ser almacenada y realimentada al sistema de control para determinar el tiempo en que el procesado se pueda parar automáticamente o mediante una señal enviada al operador.

Como resultado de la condensación de vapor durante este proceso, se puede desarrollar lodo, y para evitar que los residuos reciclados se mezclen con el lodo, se puede disponer uno o más intervalos o perforaciones en los álabes (preferiblemente cerca de la interfaz entre los álabes 16a-16d y la superficie interior 15; véase, por ejemplo, los álabes 16b y 16d que tienen perforaciones e intervalos, respectivamente) para que el lodo pueda quedarse en la

parte inferior de la cuba y el mecanismo agitador y la cámara mantengan el lodo en la parte inferior de la cuba. Esto también se puede hacer usando la disposición de montaje representada en las figuras 8-10. Las perforaciones representadas en la figura 2 también se pueden usar en los álabes rectos representados en las figuras 8-10, y la disposición de montaje representada en las figuras 8-10 también se puede usar con el tipo y la disposición de álabes representada en la figura 2.

5 Debido al hecho de que la cantidad de lodo variará dependiendo del tipo y la calidad del vapor, se puede usar vapor supercalentado, seco, en lugar de vapor saturado convencional para reducir la cantidad de lodo.

10 Además, durante la rotación de la cuba, los termopares determinan si la carga de productos residuales ha desarrollado regiones relativamente frías, por ejemplo mediante la composición de la carga propiamente dicha o mediante compactación, que retarda la tasa de transferencia de calor a dicha región. Si se detecta una región relativamente fría, la cuba puede ser basculada y/u oscilada por los accionadores para redistribuir la masa a lo largo de la longitud de la cuba. Además, en caso de que la carga de productos residuales se desequilibre de otro modo, los accionadores pueden bascular y/u oscilar la cuba para redistribuir la masa a lo largo de la longitud de la cuba. Esto se puede hacer a través de controladores PLC o microprocesadores que operen en unión con los termopares y accionadores.

15 20 Mediante la acción de los accionadores, la carga de residuos se puede mantener distribuida de forma relativamente uniforme a lo largo de la longitud de la cuba durante el procesado, de modo que los álabes sean capaces de elevar porciones de la carga de productos residuales que se distribuyen de forma sustancialmente uniforme a lo largo de la longitud de la cuba, y de permitir que dichas porciones desciendan a través de una zona de densidad relativamente baja creada y mantenida a lo largo de la longitud del volumen de tratamiento de la cuba.

25 El punto de pivote de basculamiento está situado preferiblemente en el centro de gravedad para equilibrar el peso en la posición horizontal e inclinar la cuba en un ángulo bidireccional regulable con relación a su posición horizontal. Accionadores mecánicos lineales, sistemas de cadena, accionadores hidráulicos, sistemas de cremallera y piñón, y sistemas de tijera, etc, son tipos de mecanismos que se puede usar para efectuar el movimiento basculante.

30 35 Por lo tanto, este sistema evita y rectifica dinámicamente las cargas desequilibradas y cualesquiera otras fuentes de compactación localizada de la carga de productos residuales, y permite el tratamiento eficiente de la carga de productos residuales creando y manteniendo una zona de densidad baja a través de la que pasan porciones individuales de la carga de productos residuales con mayor eficiencia y sin la compactación de porciones de la carga de productos residuales que tiene lugar en otros sistemas de cuba de tratamiento con sistemas de transporte activos o cubas que permitan que porciones de la carga de productos residuales permanezcan comprimidas o en un estado de distribución no uniforme.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para procesar productos residuales sólidos, incluyendo el aparato:
- 5 una cuba cilíndrica montada rotativamente (1) que tiene un primer extremo, un segundo extremo y una superficie interior (15), terminando al menos un extremo en una escotilla (2) que se puede abrir para permitir el acceso al interior de la cuba (1) y cerrar herméticamente para permitir la presurización de la cuba (1);
- una entrada de vapor (3) para inyectar vapor a al menos uno de dichos extremos;
- 10 al menos un accionador (10) para mover la cuba (1) entre una posición donde el primer extremo está más alto que el segundo extremo y una posición donde el segundo extremo está más alto que el primer extremo, **caracterizándose** el aparato porque incluye además:
- 15 una pluralidad de álabes sustancialmente rectos (16) que sobresalen de la superficie interior (15) de la cuba (1), extendiéndose cada álabe (16) sustancialmente toda la longitud de la cuba (1), de manera que sea capaz de transportar material residual desde la parte inferior de la cuba (1) hacia la parte superior de la cuba (1), y liberar el material residual de manera que caiga a la parte inferior de la cuba (1).
- 20 2. Un aparato según la reivindicación 1, donde los múltiples álabes sustancialmente rectos (16) son sustancialmente paralelos al eje longitudinal de la cuba (1).
3. Un aparato según la reivindicación 1, donde los múltiples álabes sustancialmente rectos (16) están configurados de tal manera que pares de álabes adyacentes converjan hacia extremos opuestos de la cuba (1).
- 25 4. Un aparato según la reivindicación 1, donde los álabes sustancialmente rectos (16) están provistos de perforaciones.
5. Un aparato según la reivindicación 1, donde los álabes sustancialmente rectos (16) están montados de manera que proporcionen un espacio entre los álabes (16) y la superficie interior (15).
- 30 6. Un aparato según la reivindicación 1, donde el al menos único accionador (10) incluye un par de accionadores mecánicos de tornillo dispuestos respectivamente a ambos lados del centro gravitacional de la cuba (1).
- 35 7. Un aparato según la reivindicación 1, incluyendo además sensores de carga adaptados para detectar la carga a ambos lados del centro gravitacional de la cuba (1).
8. Un aparato según la reivindicación 7 incluyendo además un microprocesador o controlador PLC asociado con los sensores de carga, teniendo el microprocesador o controlador PLC instrucciones de programa con el fin de
- 40 determinar la carga en cada uno del al menos único accionador (10) y adaptado para señalar el al menos único accionador (10) en respuesta a cambios en la distribución de una carga de productos residuales contenidos en la cuba (1).
9. Un aparato según la reivindicación 1, incluyendo además una pluralidad de termopares dispuestos a lo largo de la
- 45 longitud de la cuba (1).
10. Un aparato según la reivindicación 9 incluyendo además un microprocesador o controlador PLC asociado con la pluralidad de termopares, teniendo el microprocesador o controlador PLC instrucciones de programa adaptadas para
- 50 calcular la cantidad de energía absorbida por una carga de productos residuales contenidos en la cuba (1) en el tiempo.
11. Un aparato según la reivindicación 10, incluyendo además sensores de carga asociados con el al menos único accionador (10), estando adaptados los sensores de carga para determinar la masa de una carga de productos
- 55 residuales contenidos en la cuba (1), y un microprocesador o controlador PLC que tiene instrucciones de programa con el fin de determinar la absorción de energía por masa de una carga de productos residuales contenidos en la cuba (1).
12. Un método de procesar productos residuales sólidos en una cuba (1) que tiene un eje longitudinal central, incluyendo:
- 60 cargar la cuba (1) con una carga de productos residuales sólidos a lo largo de la parte inferior de la cuba (1), teniendo la cuba (1) una pluralidad de álabes sustancialmente rectos (16) que se extienden desde la superficie interior (15) de la cuba (1), extendiéndose cada álabe (16) sustancialmente toda la longitud de la cuba (1);
- 65 sellar la cuba (1);

introducir vapor en la cuba (1);

5 girar la cuba (1) con el fin de hacer que la carga de productos residuales sólidos se desplace desde la parte inferior de la cuba (1) hacia la parte superior de la cuba (1) y pueda caer a través de la cuba (1) con el fin de mantener una región de densidad baja de residuos sustancialmente a lo largo de la longitud de la cuba (1); y

a continuación despresurizar la cuba (1) y descargar de ella los residuos procesados.

10 13. Un método según la reivindicación 12, donde la cuba (1) se gira sin compresión sustancial de la carga de productos residuales sólidos a lo largo de una dirección paralela al eje longitudinal central.

14. Un método según la reivindicación 12, donde la carga de productos residuales sólidos se nivela activamente mientras la cuba (1) esté girando.

15 15. Un método según la reivindicación 12, donde los productos residuales sólidos son transportados de un lado al otro a lo largo de una dirección paralela al eje longitudinal central mientras la cuba (1) se hace girar.

20 16. Un método según la reivindicación 12, donde los productos residuales sólidos son movidos desde la parte inferior de la cuba (1) hacia la parte superior de la cuba (1) y se dejan caer en una serie de porciones discretas.

17. Un método según la reivindicación 12, donde el vapor es vapor supercalentado introducido en pulsos a la cuba (1).

25 18. Un método según la reivindicación 12, incluyendo además medir la distribución de masa de la carga de productos residuales sólidos y medir la energía absorbida por la carga de productos residuales sólidos mientras la cuba (1) está girando, y determinar el tiempo requerido para tratar la carga de productos residuales sólidos a partir de la cantidad de energía absorbida por la carga de productos residuales sólidos en el tiempo.

30 19. Un método según la reivindicación 18, incluyendo además detener el tratamiento de la carga de productos residuales sólidos después del tiempo necesario para tratar la carga de productos residuales sólidos determinado a partir de la cantidad de energía absorbida por la carga de productos residuales sólidos en el tiempo.

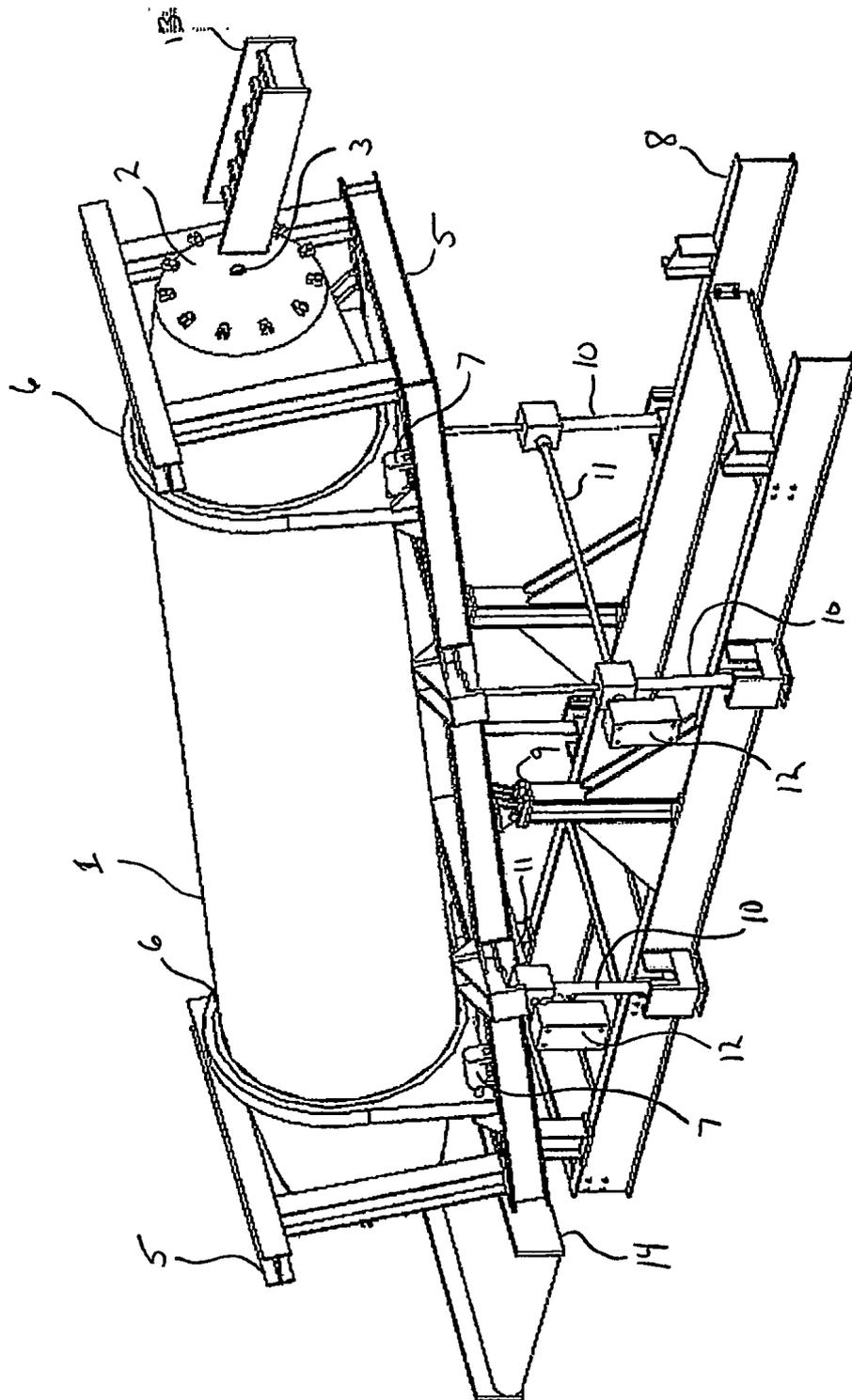


FIGURA 1

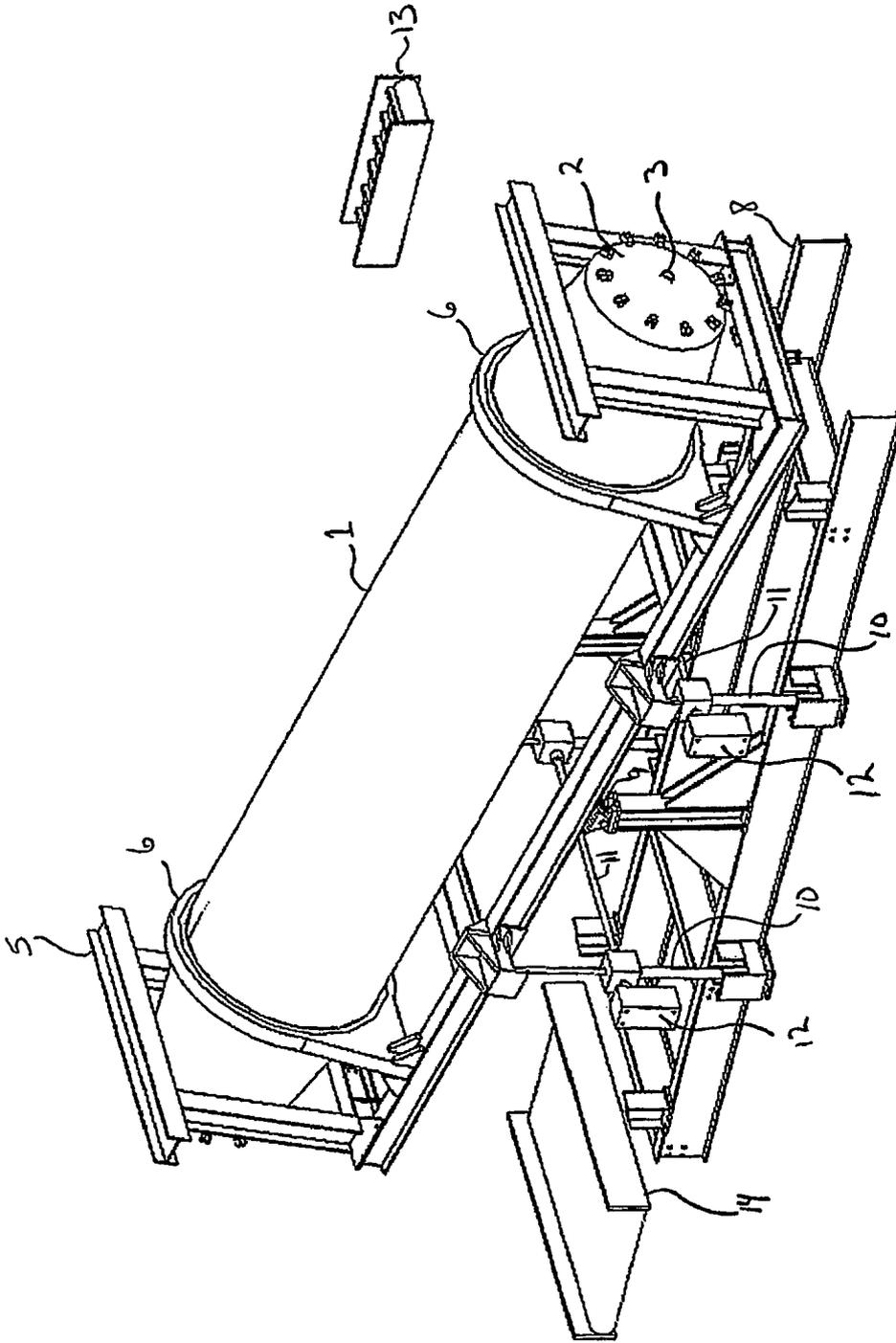


FIGURA 1A

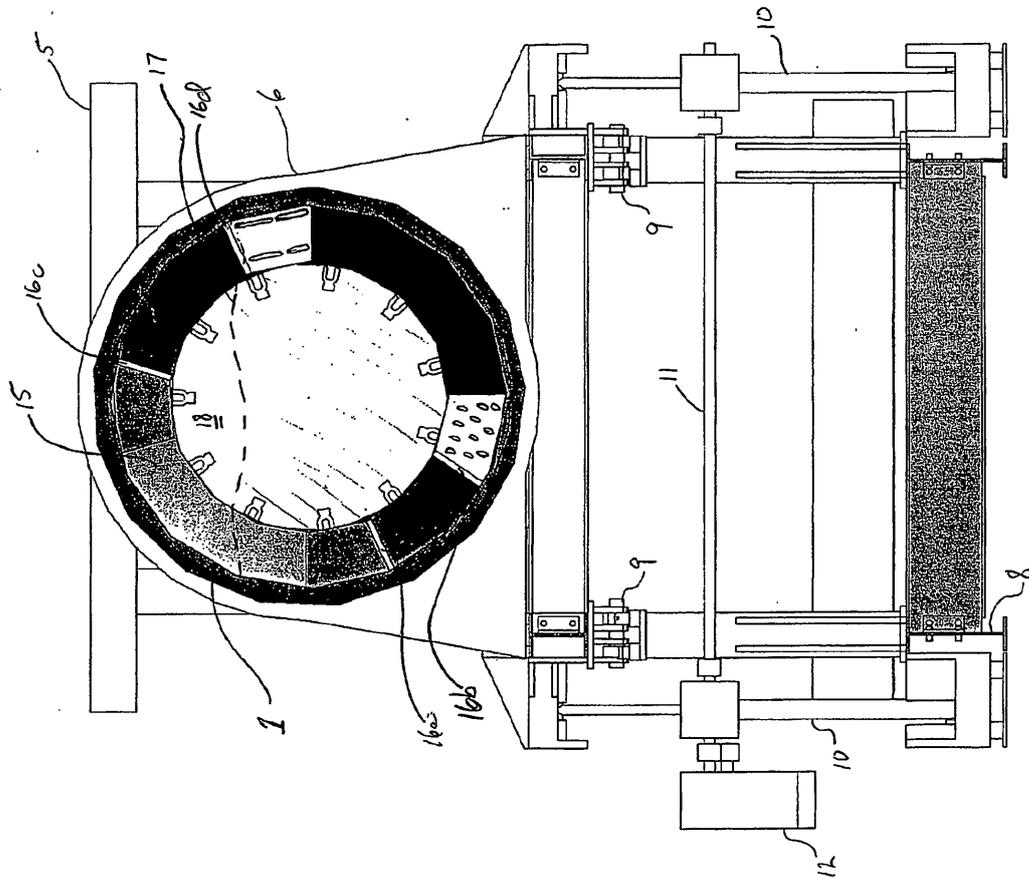


FIGURA 2

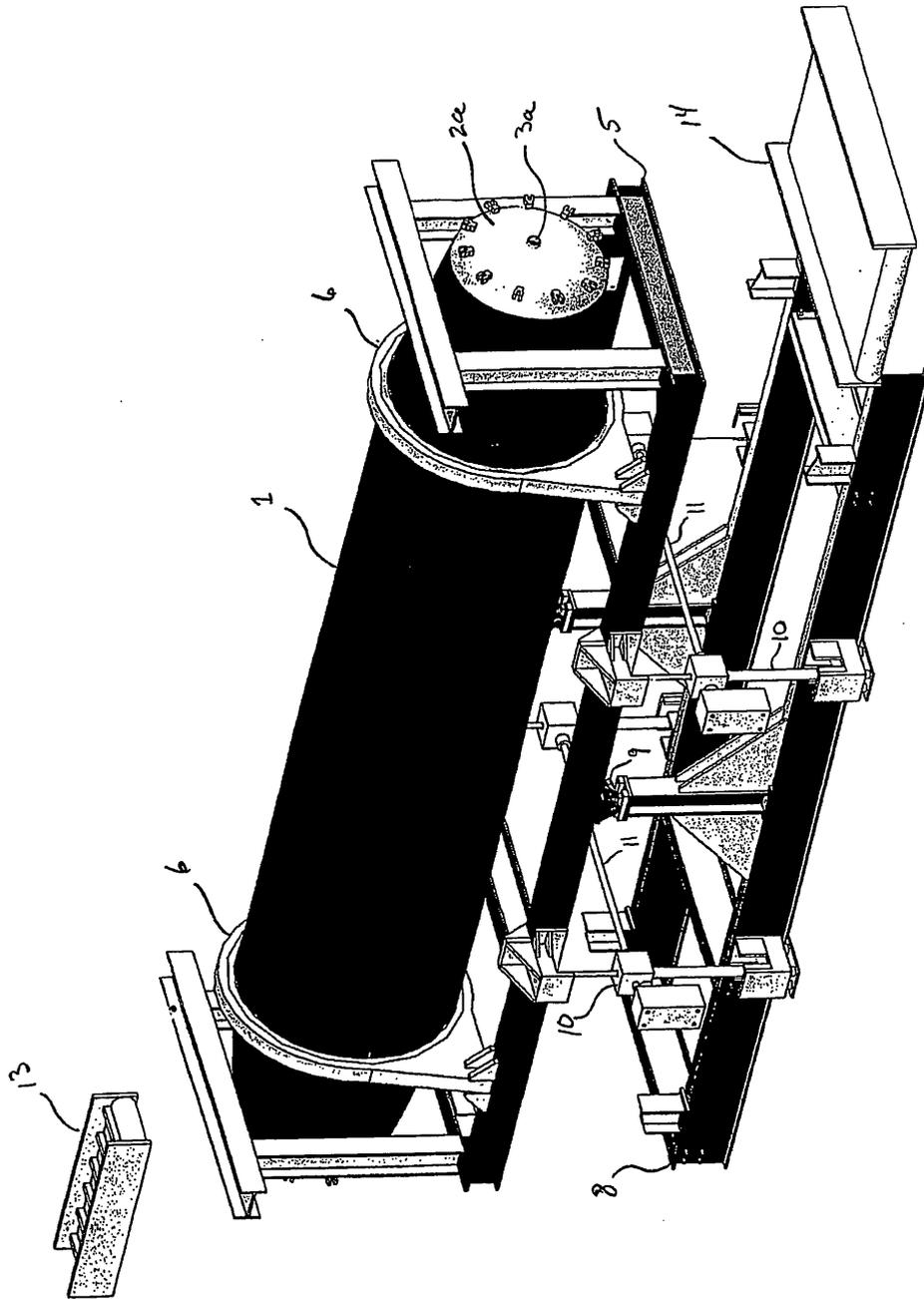


FIGURA 3



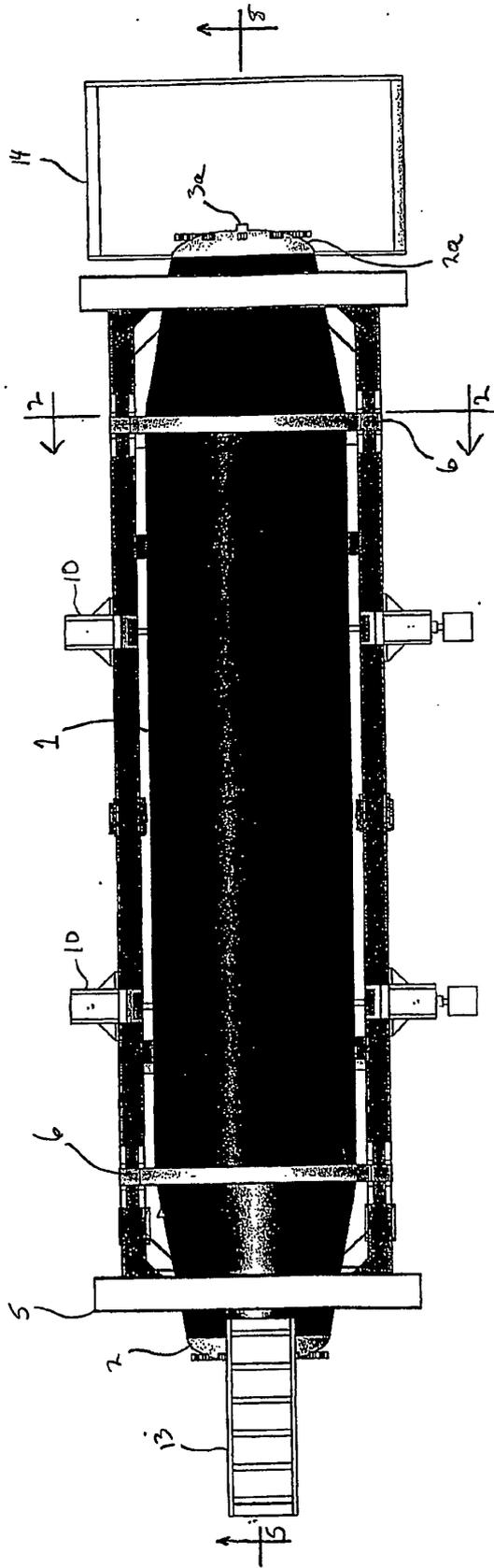
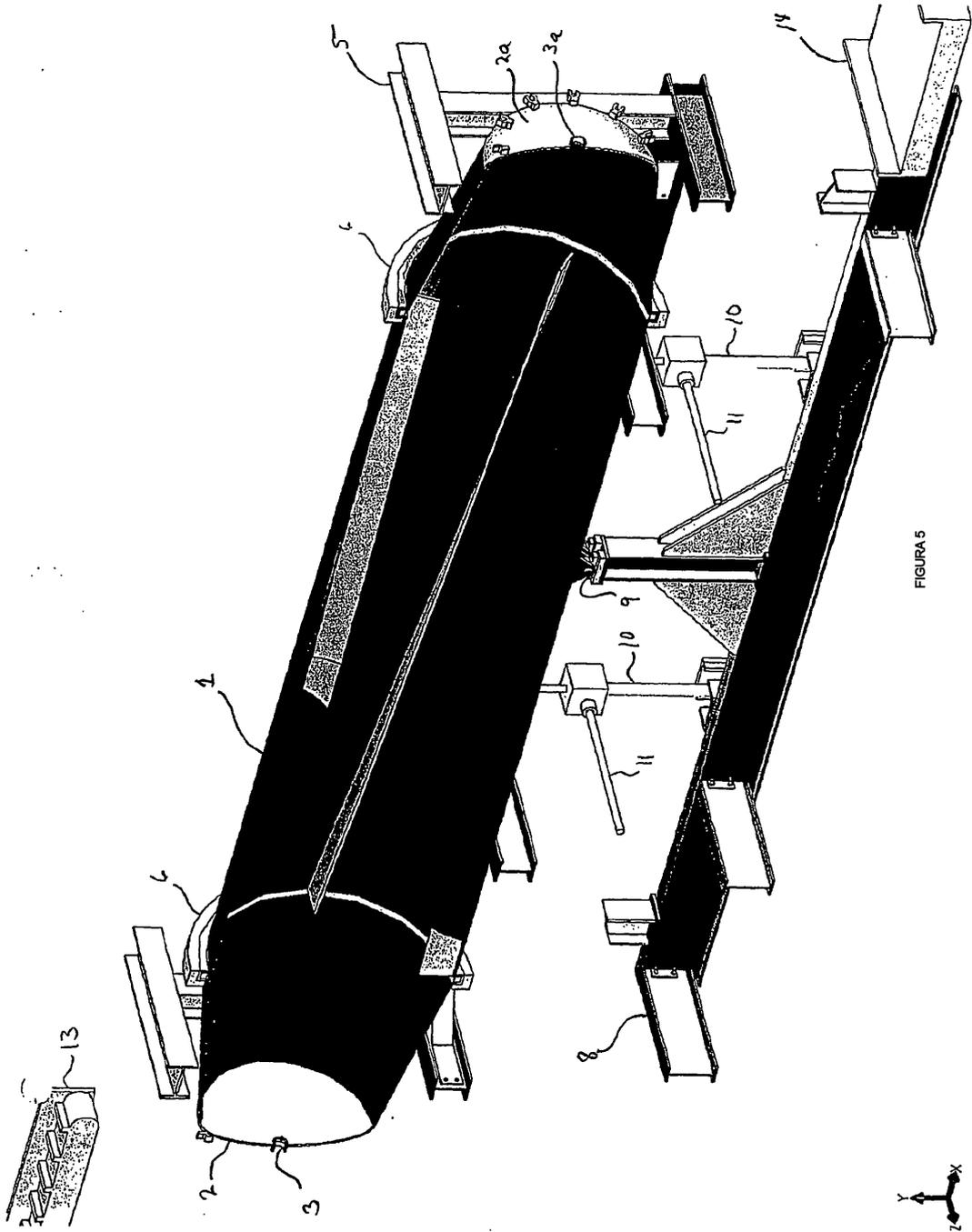


FIGURA 4



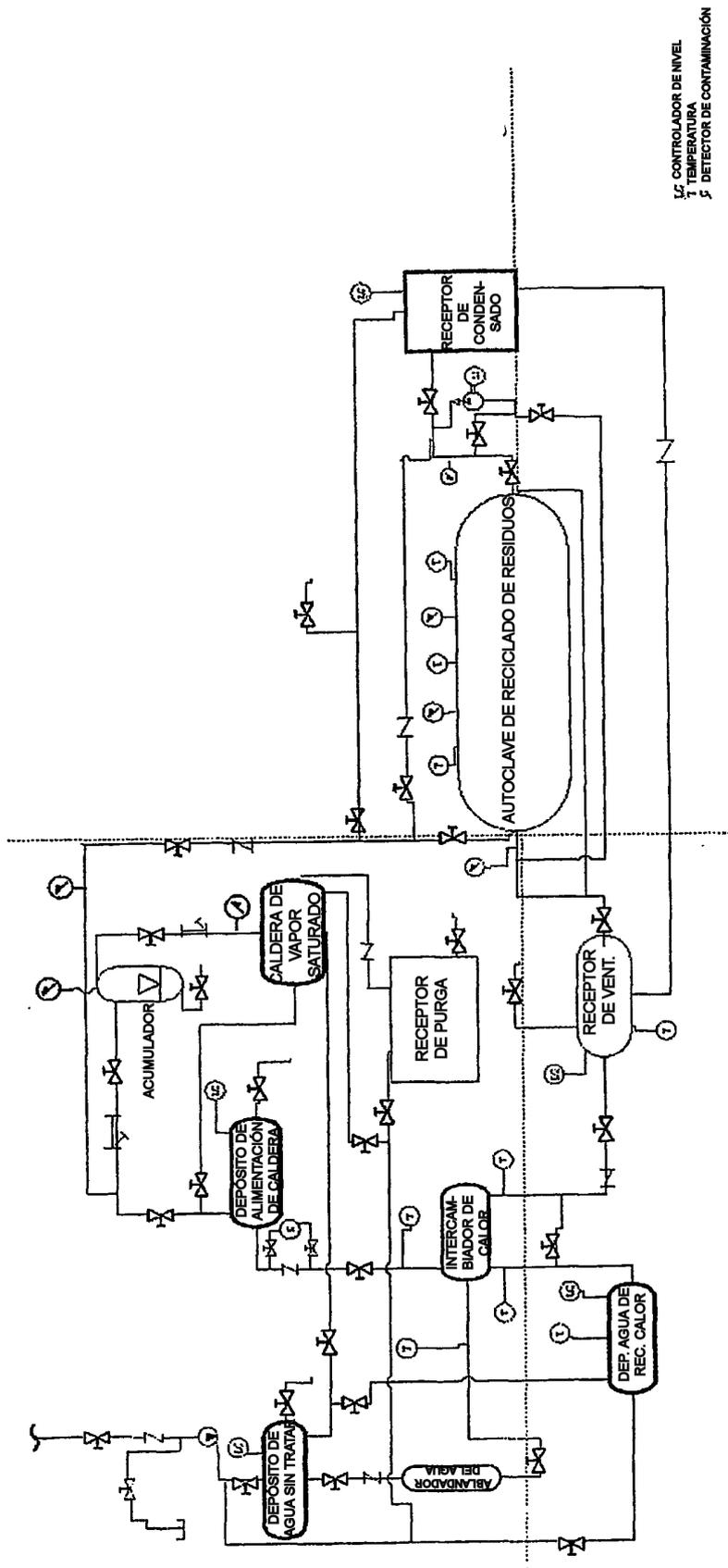


FIGURA 7

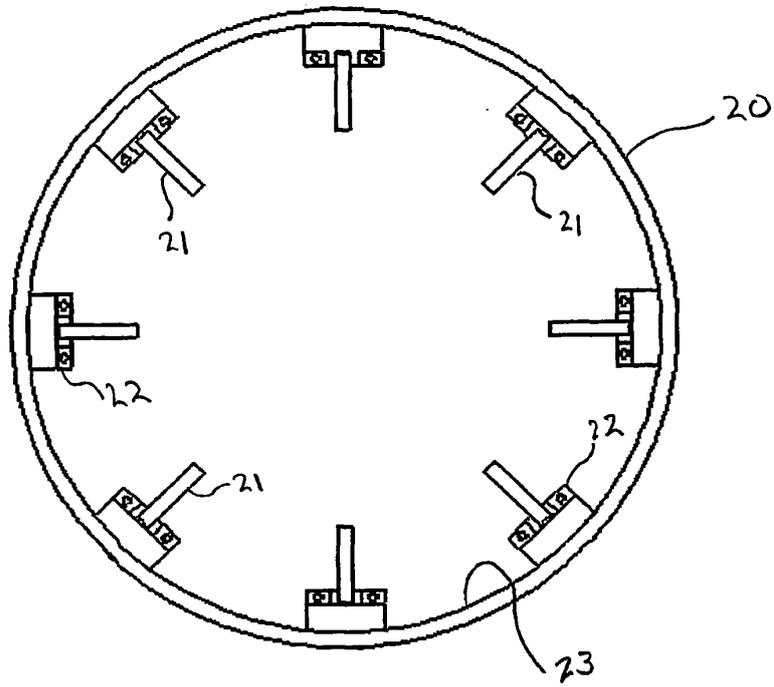


FIGURA 8

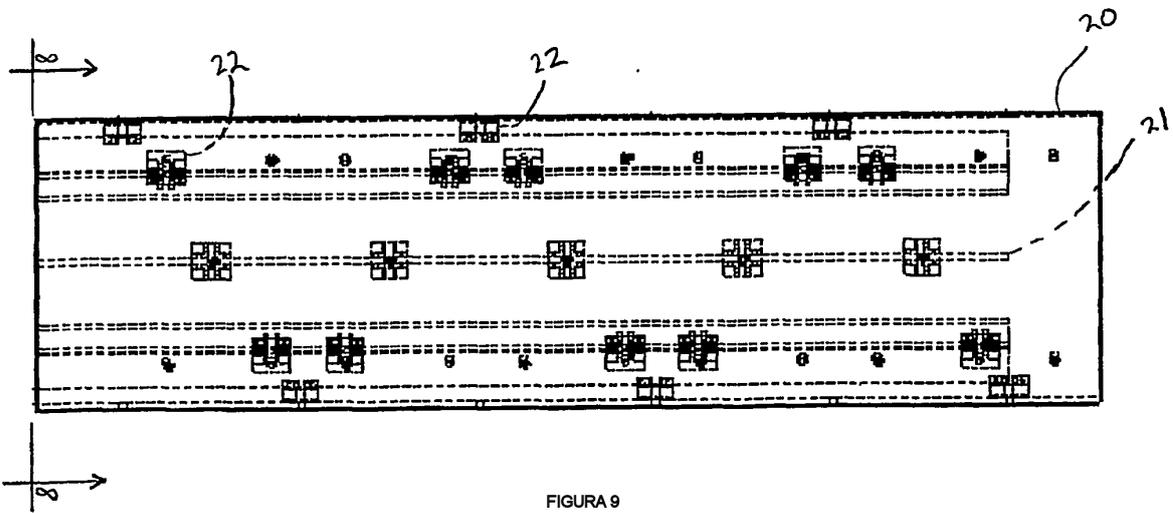


FIGURA 9

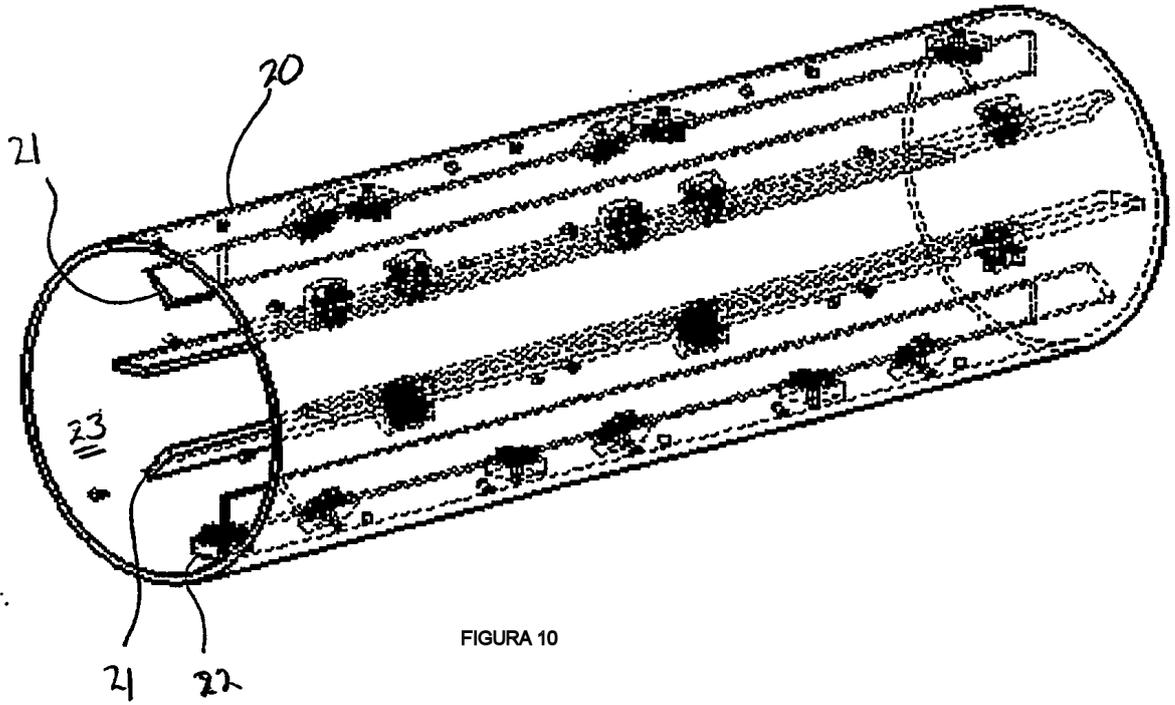


FIGURA 10