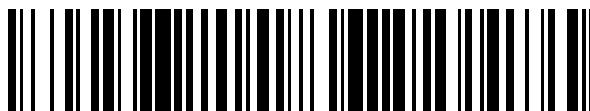


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 828 665**

51 Int. Cl.:

**C12M 1/107**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2011** **E 14164699 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2020** **EP 2781589**

54 Título: **Sistema portátil de microgeneración de energía renovable**

30 Prioridad:

**12.04.2010 US 323186 P**

**26.05.2010 US 348689 P**

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

**27.05.2021**

73 Titular/es:

**SEAB POWER LTD (100.0%)**

**41 Luke Street**

**London EC2A 4DP, GB**

72 Inventor/es:

**SASSOW, NICOLAS**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 828 665 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Sistema portátil de microgeneración de energía renovable

### 5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método y dispositivo mejorados para proporcionar energía renovable y hacer a los usuarios menos dependientes de los proveedores de servicios locales mediante el reciclado de sus residuos orgánicos en el sitio. Más particularmente, la presente invención se refiere a mejoras en un digestor anaeróbico que permita a los usuarios convertir residuos orgánicos en energía sostenible.

### Antecedentes de la invención

Existe una necesidad en la técnica de un sistema de microgeneración de energía renovable en una configuración simple, modular, portátil que permita a los usuarios convertir residuos orgánicos en energía sostenible en el sitio. Existe también una necesidad en la técnica de un sistema de microgeneración de energía renovable con una reducida huella, con contenedores separados para sus diferentes componentes, con interconectividad modular entre estos contenedores y con rendimiento incrementado.

El documento DE-U1-200 16 591 divulga una planta para la producción de biogás. El documento BE-A6-1 017 711 divulga el uso de un contenedor portátil para realizar una unidad de producción de energía de biogás.

### Sumario de la invención

Para abordar al menos los problemas y/o desventajas descritos anteriormente, en un aspecto, la presente invención proporciona un aparato de microgeneración de energía renovable de acuerdo con la reivindicación 1. Los aspectos preferentes se definen en las reivindicaciones dependientes 2 a 7.

En otro aspecto, la presente invención proporciona un método de microgeneración de energía renovable de acuerdo con la reivindicación 8. Los aspectos preferentes se definen en las reivindicaciones dependientes 9 a 14.

### Breve descripción de los dibujos

Estos aspectos de la presente invención se pueden entender mejor con referencia a los siguientes dibujos, que son parte de la especificación y representan realizaciones preferidas de la presente invención:

la Figura 1A es una vista isométrica que ilustra un ejemplo de un aparato para la microgeneración de energía renovable de acuerdo con una realización no limitativa de la presente invención;

la Figura 1B es una vista isométrica que ilustra el aparato de la Figura 1A con los contenedores y el recinto del compresor retirados;

la Figura 1C es una vista en planta que ilustra el aparato de la Figura 1B;

la Figura 1D es una vista en alzado que ilustra el aparato de la Figura 1C;

la Figura 1E es un diagrama esquemático del aparato de las Figuras 1A-1C;

la Figura 2 es una vista isométrica que ilustra una unidad troceadora de acuerdo con una realización no limitativa de la presente invención;

la Figura 3 es una vista isométrica que ilustra una unidad de deshumidificación de acuerdo con una realización no limitativa de la presente invención;

la Figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra un controlador de acuerdo con una realización no limitativa de la presente invención;

la Figura 5 es una vista en corte isométrico que ilustra un tanque de almacenamiento de gas de acuerdo con una realización no limitativa de la presente invención;

la Figura 6 es un diagrama esquemático que ilustra unas tuberías de agua y residuos de acuerdo con una realización no limitativa de la presente invención;

la Figura 7 es un diagrama esquemático que ilustra unas tuberías de gas de acuerdo con una realización no limitativa de la presente invención; y

la Figura 8 es un diagrama esquemático que ilustra una configuración de 6 toneladas por día de la presente invención.

Los componentes en los dibujos no están necesariamente a escala, poniéndose en su lugar el énfasis en la ilustración de los principios de la presente invención.

### Descripción detallada de la invención

La presente invención supera los inconvenientes de la técnica anterior analizados anteriormente y ofrece al menos las ventajas explicadas a continuación proporcionando un sistema de microgeneración de energía renovable en una configuración simple, modular, portátil que permite a los usuarios convertir residuos orgánicos en energía sostenible en el sitio. Además, proporciona un sistema portátil de microgeneración de energía renovable con una huella reducida, con componentes modulares y agrupación de componentes y con un rendimiento incrementado. En consecuencia, puede dimensionarse para adaptarse a una necesidad específica del usuario y puede instalarse y conectarse a sistemas de energía convencionales de modo que, en un espacio de semanas (u horas si el sistema está previamente alimentado con digestato en vivo), un usuario puede crear su propia energía para calefacción, agua caliente y/o necesidades de electricidad generales.

Con más detalle, los componentes del sistema de microgeneración de energía renovable trabajan conjuntamente para realizar un proceso de digestión anaeróbica que genera calor, electricidad, biogás y fertilizantes de lo que se consideraría en otro caso como "residuos". A través de esta configuración única, la presente invención es capaz de proporcionar todos los componentes necesarios para completar ese proceso en uno o más contenedores de envío independientes, proporcionando de ese modo un sistema portátil que puede conectarse adecuadamente a una amplia variedad de estructuras (por ejemplo, hogares, edificios industriales e instalaciones exteriores). Además, su movilidad lo hace práctico para una amplia variedad de aplicaciones, tales como proporcionar alimentación en aldeas remotas, en torres celulares remotas y en zonas de guerra o áreas de socorro en desastres en donde los residuos son abundantes y hay alta demanda de potencia y/o calor.

Además de proporcionar potencia y calor, el sistema de microgeneración de energía renovable de la presente invención también proporciona una solución "verde" a la gestión de residuos, maximizando la cantidad de energía útil que puede aprovecharse de materiales orgánicos. Su efectividad elimina los costes de la retirada de residuos proporcionando a los usuarios un lugar próximo, conveniente para desechar sus residuos. También ayuda a eliminar la contaminación por vertidos. Y, además de permitir al usuario reciclar sus residuos orgánicos en el sitio, el sistema de microgeneración de energía renovable de la presente invención también reduce la contaminación haciendo al usuario menos dependiente de las compañías de servicios que generan contaminación con sus diversos métodos de producción de energía. Además, reduce las emisiones de carbono por transporte de residuos a una instalación de procesamiento centralizada, tales como un vertedero o un sistema de digestión anaeróbica a mayor escala.

Estas y otras ventajas proporcionadas por la presente invención pueden entenderse mejor a partir de la descripción de las realizaciones preferidas que siguen y de los dibujos adjuntos. En la descripción de las realizaciones preferidas, se recurre a terminología específica por razones de claridad. No obstante, no se pretende que la presente invención quede limitada a la terminología específica así seleccionada, y debe entenderse que cada término específico incluye todos los equivalentes técnicos que funcionan de manera similar para conseguir una finalidad similar.

#### A. Aparato para microgeneración de energía renovable

Volviendo a los dibujos, las Figuras 1A-1D proporcionan diversas vistas de un aparato de ejemplo para microgeneración de energía renovable 100 (de aquí en adelante "el aparato REM 100") de acuerdo con una realización no limitativa de la presente invención y la Figura 1E proporciona un diagrama esquemático del aparato REM 100 de acuerdo con una realización no limitativa de la presente invención. El aparato REM 100 incluye un primer contenedor 102 y un segundo contenedor 104 que proporcionan recintos portátiles que alojan los diversos componentes 106-128 del aparato REM 100.

El primer contenedor 102 aloja una unidad troceadora 106, un tanque intermedio 108, dos tanques de mantenimiento pequeños 110, un tanque de mantenimiento grande 112, una unidad de deshumidificación 114, un purificador de gas 116 y una unidad de control electrónico (ECU) 118. Y el segundo contenedor 104 aloja un tanque de almacenamiento de gas 120. El aparato REM 100 también incluye un motor de biogás 122 situado adyacente al segundo contenedor 104; una llama 124 dispuesta en el exterior del primer contenedor 102; un tanque de licor 126 dispuesto adyacente al primer contenedor 102; un compresor 128 dispuesto en un recinto de compresor 130 adyacente al primer contenedor 102; y diversas bombas 132A-132D, válvulas 134A-134C, tuberías 136A-136C y conexiones de cableado 138 para conectar la funcionalidad de esos componentes 106-128 en conjunto. Los componentes 106-128 previstos en, sobre y adyacentes a estos contenedores 102 y 104 trabajan conjuntamente para realizar un proceso de digestión anaeróbica que genera calor, electricidad, biogás y fertilizantes a partir de los residuos/basura en un sistema móvil, modular de microgeneración de energía renovable.

La unidad troceadora 106 es donde se cargan los depósitos de basura/residuos en el aparato REM 100 y funciona para mezclar la basura/residuos cargados en el aparato REM 100 y para mezclarlos con líquido (por ejemplo, agua potable y/o gris). El tanque intermedio 108 funciona para almacenar y precalentar la mezcla de agua/basura/residuos producidos en la unidad troceadora 106. Los tanques de mantenimiento pequeños 110 funcionan para pasteurizar la mezcla de agua/basura/residuos precalentada producida con el tanque intermedio 108 o, cuando no se requiere pasteurización para el proceso global de digestión anaeróbica, para digerir parcialmente la mezcla de agua/basura/residuos precalentada a través de una digestión anaeróbica termofílica. El tanque de mantenimiento grande 112 funciona para producir la digestión anaeróbica mesofílica con la mezcla de agua/basura/residuos parcialmente pasteurizada o digerida producida en los tanques de mantenimiento pequeños 110. La unidad de deshumidificación 114 funciona para eliminar líquidos de lo que resta de agua/basura/residuos después de que se complete la digestión anaeróbica en los tanques de mantenimiento pequeños 110 y/o el tanque de mantenimiento grande 112. El purificador de gas 116 funciona para limpiar el biogás producido durante la digestión anaeróbica termofílica y/o mesofílica en los tanques de mantenimiento pequeños 110 y/o el tanque de mantenimiento grande 112, respectivamente. El tanque de almacenamiento de gas 120 funciona para almacenar el biogás limpio producido con el purificador de gas 116. El motor de biogás 122 funciona para generar simultáneamente electricidad y calor a partir del biogás limpio almacenado en el tanque de almacenamiento de gas 120. La ECU 118 funciona para controlar el flujo de líquido, basura/residuos, agua/basura/residuos, y biogás a través del aparato REM 100 según se requiera para generar calor, electricidad, biogás y fertilizantes en un ciclo continuo, regenerativo. La llama 124 funciona para quemar con seguridad el biogás excedente. Y el compresor 128 funciona para generar aire comprimido para agitar la mezcla de agua/basura/residuos en los tanques de mantenimiento pequeños 110. Los contenedores 102 y 104 y cada uno de estos componentes 106-128 se consideran por separado a continuación.

#### i. Contenedores 102 y 104

Para permitir que el aparato REM 100 sea transportado como unidades modulares a sustancialmente cualquier ubicación, los contenedores 102 y 104 que alojan los diversos componentes 106-128 del aparato REM 100 se configuran para cumplir con los requisitos de tamaño y peso de los organismos normativos y gubernamentales relevantes en autopistas. En la Figura 1A, por ejemplo, el primer contenedor 102 (mostrado con la parte superior retirada) es un contenedor de envío estándar de 12 m (40 pies) "Cubo alto" (12 m x 2,4 m x 2,90 m (40 pies x 8 pies x 9,5 pies); Carga útil: 27374 kg (60.350 libras); Capacidad: 67,28 m<sup>3</sup> (2.376 pies cúbicos)) y un segundo contenedor 104 (también mostrado con la parte superior retirada) es un contenedor de envío estándar de 6 m (20 pies) (dimensiones: 6 m x 2,4 m x 2,6 m (19,8 pies x 8 pies x 8,5 pies); Carga útil: 22045 kg (48600 libras); Capacidad: 33 m<sup>3</sup> (1.164 pies cúbicos)). Dichos contenedores se diseñan específicamente para ser manejados por grúas pórtico de barco a costa, para ser apilados y almacenados en un barco de contenedores y para ser fijados a un tráiler de transporte de contenedores, haciendo así a estos contenedores 102 y 104 particularmente adecuados para transporte comercial por tierra y mar. Esos contenedores 102 y 104 también son particularmente adecuados para transporte militar por aire usando ciertos aviones militares, tal como el helicóptero de marca Sikorsky SKYCRANE y el avión de marca Lockheed C-130 HERCULES. Pueden usarse también otros contenedores estándar (por ejemplo, contenedores de 13,7 m (45 pies) y de 10,7 m (30 pies))

#### a. Base

El primer contenedor 102 incluye una base de hormigón que aloja algunas de las tuberías 136A-136C que interconectan los componentes 106-128 del aparato REM 100. En la fabricación, esas tuberías 136B y 136C se ensamblan usando una plantilla para asegurar que todos los componentes 106-114 pueden posicionarse correctamente de una forma repetible, modular. La plantilla se fabrica usando un perfil invertido de esos componentes 106-114. Se usa preferentemente un hormigón basado en paja para formar la base del contenedor 102 debido a que es un material sostenible que proporciona cierto grado de flexibilidad dentro de la base de hormigón.

La base de hormigón se diseña para soportar los diversos componentes 106-114 en el primer contenedor 102 siguiendo el perfil de las bases de tanques. Esa configuración no solo proporciona estabilidad junto con las paredes exteriores que mantienen los tanques en su sitio, sino que también apuntala esos componentes 106-114 de modo que se asegure que los accesorios de tuberías no se romperán en el transporte. Esos componentes 106-114 pueden apuntalarse adicionalmente dentro del contenedor 102 con aislamiento diseñado para encajar justamente entre esos componentes específicos 106-114 y el contenedor 102. Como alternativa, la base del primer contenedor 102 puede incluir un bastidor metálico para crear resistencia y permitir una entrada por deslizamiento de los componentes 106-114 en el primer contenedor 102.

#### b. Tablero 140 y plataforma de carga 142

El primer contenedor 102 incluye también un tablero 140 y una plataforma de carga 142 en un extremo para su uso en la carga de basura/residuos dentro de la unidad troceadora 106 y para descarga de salida de fertilizante por la unidad de deshumidificación 114. El tablero 140 incluye una puerta 144 que puede abrirse para permitir a los usuarios acceder a los diversos componentes 106-114 alojados en él. El primer contenedor 102 incluye también un par de puertas dobles 146 externas en el mismo extremo del primer contenedor 102 que el tablero 140. Aunque esas puertas 144 no se muestran en el primer contenedor 102 por razones de claridad, se muestran claramente en el

segundo contenedor 104. Esas puertas 146 son del tipo típicamente encontradas en un contenedor de envío de 12 m (40 pies) o 6 m (20 pies) convencional.

El tablero 140 proporciona protección al usuario frente a los componentes 106-114 alojados en el primer contenedor 102. Y la puerta 144 proporciona acceso para que se realicen mantenimiento y comprobaciones de seguridad en esos componentes 106-114. El tablero 140 puede incluir también paneles de acceso (no mostrados) para acceder a partes en lugares alejados de los componentes 106 y 114 que se disponen adyacentes al tablero 140 de modo que proporcione la máxima cantidad de acceso y maniobrabilidad a los usuarios que necesiten realizar mantenimiento y/o comprobaciones de seguridad en esos componentes 106 y 114.

La plataforma de carga 142 se configura para permitir que se cargue la basura/residuos en la unidad troceadora 106 y para permitir que se transporte unos residuos sólidos (por ejemplo, mantillo) fuera de la unidad de deshumidificación 114 usando una carretilla u otro dispositivo de transporte con ruedas comparable. La plataforma de carga 142 se configura también para plegarse entre el tablero 140 y el par de puertas dobles 146 de modo que pueda guardarse fuera durante el transporte del primer contenedor 102. Se proporciona también un cuadro de control 148 para la operación y supervisión del aparato REM 100 a través de la funcionalidad de la ECU 118 sobre el tablero 140 y se plegará por detrás de las puertas dobles 146 del segundo contenedor 102 durante el transporte. La parada de emergencia y detención total también se localizan sobre el tablero 140. Debido a que no debería haber necesidad de acceder al tanque de almacenamiento de gas 120 después de que el aparato REM se ponga en funcionamiento (aparte de la rutina de mantenimiento y comprobaciones de seguridad) ese componente 120 permanece preferentemente de modo seguro por detrás de las puertas dobles 146 del segundo contenedor 104 durante el transporte y durante el funcionamiento del aparato REM 100.

La plataforma de carga 142 es suficientemente resistente para soportar significativamente más peso que el del usuario de modo que puedan cargarse grandes cantidades de basura/residuos en el digestor anaeróbico de una vez. Se proporciona también una rampa 150 con la plataforma de carga 142 para permitir que los dispositivos de transporte con ruedas, tales como carretillas, se muevan fácilmente a y desde la parte superior de la plataforma de carga 142. La rampa 150 se construye con tubos cuadrados estándar, soldados juntos con soldaduras por puntos en la parte superior, lo que proporciona una superficie de tracción en todas las condiciones meteorológicas. La rampa 150 se fija de modo extraíble a la plataforma de carga 142 usando ganchos en ángulo que se sujetan en un receptor correspondiente sobre la plataforma de carga 142, lo que permite a los usuarios, tales como mozos de cuadra, eliminar la rampa 150 y usar sus rampas existentes en su lugar. La plataforma de carga 142 y la rampa 150 se fabrican preferentemente de acero galvanizado para protegerlas frente a los elementos y reducir los costes de fabricación. Y las patas de la plataforma 142 y la rampa 150 son preferentemente ajustables de acuerdo con el terreno desigual para proporcionar la máxima estabilidad, tal como sobre superficies irregulares.

#### c. Ventilación

Se incorpora preferentemente un sistema de ventilación forzada dentro de cada contenedor 102 y 104 para impedir la acumulación de una atmósfera olorosa y explosiva. Ese sistema de ventilación forzada incluye un ventilador eléctrico (no mostrado) que genera una presión diferencial entre el interior de cada contenedor 102 y 104 y la atmósfera de modo que circule aire a través de cada contenedor 102 y 104 a través de rejillas 152 previstas en él. Ese proceso no solo impide que se acumulen gases peligrosos en los contenedores 102 y 104, sino que también elimina calor para ayudar a refrigerar la maquinaria situada en el primer contenedor 102. Puede proporcionarse también un venteo circular de techo (no mostrado) para permitir el escape del calor mientras se impide la entrada de agua. Si falla el ventilador eléctrico, la ECU 118 producirá una alarma e iniciará la parada de los diversos componentes 106-128 del aparato REM 100.

#### d. Techo

El primer contenedor 102 y el segundo contenedor 104 pueden incluir techos radiadores que usan tuberías flexibles de agua 136A para calentar agua usando la energía solar. Debido a que dichos contenedores estándar tienen ranuras formadas en sus techos, puede disponerse la tubería flexible de agua 136A fuera en esas ranuras. La tubería de agua 136A estará cubierta con una lámina plástica protectora del UV para encapsular el calor y, a su vez, calentar el agua dentro de esa tubería 136A. Los paneles solares también pueden colocarse sobre los techos del primer contenedor 102 y el segundo contenedor para calentar agua y/o generar electricidad usando la energía solar. El agua caliente y la electricidad pueden usarse para dar soporte a la operación de los otros componentes 106-128 del aparato REM 100 (por ejemplo, calentamiento de la basura/residuos y/o alimentación de las bombas 132A-132D y otra electrónica) y/o puede usarse para suplementar el calor y electricidad generados con el motor de biogás 122. Puede recogerse también agua de lluvia de los techos de los contenedores 102 y 104 para su uso en la unidad troceadora 106. Los techos pueden incluir también un mástil pararrayos, o dispositivo equivalente, para proteger los contenedores 102 y 104 y su contenido frente a caídas de rayos.

#### ii. Unidad troceadora 106

La unidad troceadora 106 se dispone en un extremo distal del primer contenedor 102 y funciona como la instalación

de entrada para carga de depósitos de basura/residuos en el aparato REM 100. Como lo ilustra la Figura 2, la unidad troceadora 106 incluye una tolva 200, un tanque de mezcla 202 y una bomba de homogenización 204. La tolva 200 se forma como la apertura a la unidad troceadora 106 para facilitar una carga más fácil de la basura/residuos en ella. La tolva 200 incluye un par de puertas 206 que deben abrirse para cargar la unidad troceadora 102. Esas puertas

5 206 son accesibles en el tablero 140 del primer contenedor 102 y se mantienen cerradas con pestillos magnéticos. La tolva 200 se fabrica preferentemente de acero inoxidable u otro material resistente a la corrosión (por ejemplo, acero galvanizado) debido a que es probable que quede golpeada y rayada por palas/picas u otros equipos de carga, y las puertas 206 se fabrican preferentemente de un material transparente duradero (por ejemplo, plexiglás) de modo que un usuario pueda ver el proceso de mezcla/maceración cuando se cierran las puertas 206. Esas

10 puertas 206 proporcionan también una característica de seguridad impidiendo el funcionamiento de la unidad troceadora 106 cuando están abiertas, impidiendo de ese modo que un usuario o una herramienta sea arrastrada al interior del tanque de mezcla 202 por la bomba de homogenización 204. Esa funcionalidad es controlada por la ECU 118.

15 La unidad troceadora 106 funciona también para homogenizar la basura/residuos que se mueven dentro del tanque de mezcla 202 a través de la tolva 200. Se alimenta líquido (por ejemplo, agua potable y/o gris) al interior de la unidad troceadora 106 a través de la tubería de agua 136A y se mezcla con la basura/residuos en el tanque de mezcla 202 usando la bomba de homogenización 204 para recircular, macerar y homogenizar el líquido y la basura/residuos. La mezcla de agua/basura/residuos se trocea de modo suficientemente fino por la bomba de

20 homogenización 204 de modo que no atasque las válvulas de residuos 134B o la tubería de residuos 136B del aparato REM 100 cuando se mueve entre los componentes 106-114 del mismo. El líquido se bombea al tanque de mezclas 202 por una bomba de alimentación de mezclador 132A tal como se requiere para proporcionar la mezcla apropiada de líquido y basura/residuos en el tanque de mezcla 132 requerida para hidrólisis. El caudal es controlado por la ECU 118 basándose en la cantidad de basura/residuos depositada en el tanque de mezcla 202. Y el líquido es

25 preferentemente agua gris que se recircula desde la unidad de deshumidificación 114 de vuelta al tanque de mezcla 202 de forma regenerativa para añadirse adicionalmente a la eficiencia del aparato REM 100.

El tanque de mezcla 202 se sitúa por debajo con la tolva 200 de modo que la basura/residuos se alimente directamente dentro del tanque de mezcla 202 a través de la tolva 200. El tanque de mezcla 132 incluye

30 preferentemente un recoge-piedras integrado 154 (Figura 1E) para capturar los restos mayores que podrían atascar las válvulas de residuos 136B o las tuberías de residuos 128B. El recoge-piedras 154 necesitará descargarse de forma regular, determinada tras la puesta en servicio del aparato REM 100, y es por lo tanto preferentemente accesible a través de una portilla de acceso en el tablero 140. La unidad troceadora 106 puede dimensionarse para cumplir con los requisitos de producción del usuario y/o el tipo o tipos particulares de basura/residuos en proceso. Y

35 debido a que los tipos de basura/residuos tienen en general un elevado volumen y bajo peso o alto peso y bajo volumen, el tanque de mezcla 202 tendrá un marcador de nivel visible al que puede llenarse el tanque de mezcla 202 con sustancialmente cualquier tipo de basura/residuos sin superar los límites del aparato REM 100.

El volumen indicado por ese marcador de nivel (por ejemplo, 60 litros) incluye tanto la basura/residuos cargados dentro del tanque de mezcla 202 por un usuario como el líquido alimentado al interior de la unidad troceadora 106 a través de la tubería de agua 136A. La ECU 118 determinará automáticamente la cantidad apropiada de líquido a

40 mezclar con los residuos/basura basándose en el peso y tipo de residuos/basura. Por ejemplo, unos residuos/basura muy secos y/o densos (por ejemplo, estiércol de caballo) puede requerir una relación de dilución de hasta 9:1, mientras que unos residuos/basura más húmedos y/o menos densos (por ejemplo, residuos vegetales) puede requerir una relación de dilución de aproximadamente 4:1. Debido a que se pesa necesariamente menos de

45 residuos/basura densos que de los residuos/basura menos densos, el volumen global resultante de agua/residuos/basura en el tanque de mezcla 108 será el mismo independientemente de cual de esos tipos de residuos/basura se coloca en él (es decir, 15 kg de estiércol de caballo y 45 kg de residuos vegetales llenarán ambos un volumen de 60 litros cuando se añade la cantidad apropiada de líquido). El tipo y/o peso de los

50 residuos/basura puede introducirse en la ECU 118 por un usuario y/o medirse automáticamente por la ECU 118, tal como con una báscula electrónica, de modo que la ECU 118 puede determinar la cantidad apropiada de líquido a mezclar con esos residuos/basura.

### iii. Tanque intermedio 108

55 El tanque intermedio 108 recibe la mezcla de agua/basura/residuos desde la unidad troceadora 106 y la almacena antes de moverla a los tanques de mantenimiento pequeños 110. Debido a que se usa para almacenar en lugar de solo mezclar, el tanque intermedio 108 se dimensiona mayor que el tanque de mezcla 202 de la unidad troceadora 106. La mezcla de agua/basura/residuos se mueve desde el tanque de mezcla 202 de la unidad troceadora 106 al

60 tanque intermedio 108 con la bomba de homogenización 204 mediante la apertura de una válvula de residuos 134B y el cierre de otra de modo que cierre el bucle de recirculación y redirija la mezcla de agua/basura/residuos al tanque intermedio 108. La apertura y cierre de esas válvulas de residuos 134B es controlado por la ECU 118 basándose en tiempos de ciclo predeterminados.

65 El tanque intermedio 108 funciona como un "almacén intermedio" para los tanques de mantenimiento pequeños 110 y el tanque de mantenimiento grande 112 mediante el calentamiento de la mezcla de agua/basura/residuos antes de

que se mueva al interior de los tanques de mantenimiento pequeños 110 y tanque de mantenimiento grande 112. El calentamiento se realiza preferentemente mediante un intercambiador de calor 156 que se dispone en el tanque intermedio 108. El intercambiador de calor 156 recibe energía térmica mediante el bombeo del agua/basura/residuos calentada y parcialmente pasteurizada o digerida producida con los tanques de mantenimiento pequeños 110 a través del intercambiador de calor 156 antes de depositarla en el tanque de mantenimiento grande 112. Ese intercambio de energía térmica es esencial no solamente para completar el proceso de pasteurización cuando es necesaria la pasteurización, sino también para reducir la temperatura de la mezcla de agua/basura/residuos calentada y parcialmente pasteurizada o digerida a 35-40 °C antes de que se deposite en el tanque de mantenimiento grande 112.

Ese agua/basura/residuos calentada y parcialmente pasteurizada o digerida se bombea mediante una bomba de alimentación del digestor 132B que es controlada por la ECU 118 y funciona para alimentar el agua/basura/residuos calentada y parcialmente pasteurizada o digerida al tanque de mantenimiento grande 112. La operación no solo sirve para precalentar la mezcla de agua/basura/residuos antes de moverla a los tanques de mantenimiento pequeños 110, elimina beneficiosamente calor del agua/basura/residuos calentada y parcialmente pasteurizada o digerida antes de moverla al tanque de mantenimiento grande 112. Como se explica a continuación, el agua/basura/residuos calentada y parcialmente pasteurizada o digerida se refrigera preferentemente hasta aproximadamente 40 °C antes de ser depositada en el tanque de mantenimiento grande 112.

La tubería de residuos 136B a través de la que se mueve el agua/basura/residuos precalentada a los tanques de mantenimiento pequeños 110 se ajusta preferentemente dentro del suelo del contenedor 102 de modo que el tanque intermedio 108 pueda drenar desde el fondo y los tanques de mantenimiento pequeños 110 pueden alimentarse desde el fondo. Si el espacio no lo permite y los tanques de mantenimiento pequeños 110 deben alimentarse desde la parte superior, los tubos de alimentación se extienden preferentemente al fondo del tanque intermedio 108 y/o cada tanque de mantenimiento pequeño 110 de modo que la mezcla pueda extraerse desde el fondo del tanque intermedio 108 y/o depositarse en el fondo de los tanques de mantenimiento pequeños 110. El tanque intermedio 108 se dimensiona preferentemente para permitir la operación continua del aparato REM 100 durante al menos 2 días. Y se fabrica preferentemente de acero o fibra de vidrio para reducir los costes de fabricación.

#### iv. Tanques de mantenimiento pequeños 110

Volviendo a las Figuras 1A-1E, el agua/basura/residuos precalentada es bombeada desde el tanque intermedio 108 a los tanques de mantenimiento pequeños 110 mediante una bomba de alimentación de pasteurización 132C. Esa bomba 132C funciona en un ciclo de alimentación predefinido que es controlado por la ECU 118. En los tanques de mantenimiento pequeños 110, el agua/basura/residuos precalentada se calienta y agita para producir la pasteurización o, si no se requiere pasteurización para el proceso global de digestión anaeróbica, para producir la digestión anaeróbica termofílica. El agua/basura/residuos precalentada en cada tanque de mantenimiento pequeño 110 se agita continuamente con un mezclador de gas 158 (Figura 1E) para mantener los sólidos y líquidos en suspensión durante el proceso de pasteurización o digestión anaeróbica termofílica. Esa mezcla se calienta con calentadores 160 (Figura 1E) capaces de calentar la mezcla contenida en ellos a aproximadamente 55-75 °C. Los mezcladores de gas 158 se presurizan con el compresor 128 e incluyen toberas que inyectan aire directamente en el fondo de cada tanque de mantenimiento pequeño 110 para facilitar la digestión termofílica aeróbica, suplementando de ese modo los requisitos de calentamiento durante la pasteurización. Y los calentadores 140 son o bien calentadores de inmersión eléctricos o calentadores de serpentín alimentados desde una caldera basados en agua que se disponen en el interior de los tanques de mantenimiento pequeños 110 de modo que la mezcla de agua/basura/residuos pueda calentarse directamente.

Cada uno de los tanques de mantenimiento pequeños 110 tiene un volumen relativamente pequeño (por ejemplo, aproximadamente 1.800 litros) para reducir la energía requerida para calentar el agua/basura/residuos dispuesta en él. Las cargas sobre los calentadores 160 pueden reducirse adicionalmente recuperando calor del motor de biogás 122 y/o los motores que accionan la bomba de homogenización 204, la unidad de deshumidificación 114 o cualquiera de las otras bombas 132A-132D del aparato REM 100 de una forma regenerativa de modo que se incremente adicionalmente la eficiencia del aparato REM 100. Y como se ha analizado anteriormente, los tanques de mantenimiento pequeños 110 pueden usarse para realizar o bien la pasteurización o bien la digestión anaeróbica termofílica en el agua/basura/residuos dispuesta en él, dependiendo de si se requiere la pasteurización para el proceso de digestión anaeróbica global. Si se usa para realizar la digestión anaeróbica termofílica, se generará biogás en los tanques de almacenamiento pequeños 110 y se necesitará tomar precauciones similares a las analizadas a continuación con respecto al tanque de mantenimiento grande 112 (por ejemplo, mezcla de agua/basura/residuos con biogás en lugar de aire, extrayendo biogás del tanque de almacenamiento de gas, separando los tanques digestores pequeños 110 de la maquinaria y electrónica que pueda producir una chispa, etc.). Los tanques de mantenimiento pequeños 110 pueden usarse también para otras finalidades, tales como detener el proceso de digestión del agua gris en el tanque de licor 126.

Los tanques de mantenimiento pequeños 110 se accionan en el modo por lotes que incluye ciclos de compensación de la alimentación, mantenimiento y descarga. Por ejemplo, después de que se alimente el tanque de mantenimiento pequeño 110 y se llene con agua/basura/residuos precalentada desde el tanque intermedio 108, mantendrá el

agua/basura/residuos precalentada mientras se agita y calienta, como se ha tratado anteriormente. El segundo tanque de mantenimiento pequeño 110 se alimentará y llenará después del primer tanque de mantenimiento pequeño 110. El agua/basura/residuos calentada y parcialmente pasteurizada o digerida se descargará a continuación desde el primer tanque de mantenimiento pequeño 110 mientras el segundo tanque de mantenimiento pequeño 110 mantiene, agita y calienta el agua/basura/residuos precalentada con la que se llenó. Y el agua/basura/residuos calentada y parcialmente pasteurizada o digerida se descargará a continuación desde el primer segundo tanque de mantenimiento pequeño 110 mientras el segundo tanque de mantenimiento pequeño 110 se llena con un nuevo lote de agua/basura/residuos precalentada desde el tanque intermedio 108. El agua/residuos/basura se recicla a través de los tanques de mantenimiento pequeños 110 de esa manera, tal como se requiere para repetir una y otra vez entre el primer y segundo tanques digeridos 110. Las cantidades de llenado se controlan por la ECU 118 usando un conjunto de sensores de nivel (LS) en los tanques de mantenimiento pequeños 110. Y aunque solo se muestran dos tanques de mantenimiento pequeños 110 en las Figuras 1A-1E, el aparato REM puede usar tantos tanques de mantenimiento pequeños 110 como se requiera para cumplir con las demandas de procesamiento del usuario.

La tubería de residuos 136B a través de la que se mueve el agua/basura/residuos calentada y pasteurizada parcialmente o digerida al intercambiador de calor 136 en el tanque intermedio 108 se encaja preferentemente dentro del suelo del contenedor 102 de modo que se pueda alimentar la mezcla a través del fondo del tanque intermedio 108 para proporcionar el gradiente de temperatura apropiado (es decir, lo más caliente en el fondo y lo más frío en la parte superior (cuando el agua/basura/residuos calentada y parcialmente pasteurizada o digerida fluye a través del intercambiador de calor 156 en el tanque intermedio 108 y hacia el tanque de mantenimiento grande 112. Cada tanque de mantenimiento pequeño 110 se aísla para mejorar su eficiencia. Preferentemente, los tanques de mantenimiento pequeños 110 se forman de PVC para reducir los costes de fabricación y se usa un material "verde", tal como lana de oveja, para formar el aislamiento. El aislamiento puede formarse en piezas modulares, entrelazadas que pueden conectarse juntas para rodear los tanques de mantenimiento pequeños 110.

#### v. Tanque de mantenimiento grande 112

El agua/basura/residuos calentada y parcialmente pasteurizada o digerida se bombea desde los tanques de mantenimiento pequeños 110 al tanque grande 112 mediante la bomba de alimentación de digestor 132B. Como la bomba de alimentación de pasteurización 132C, la bomba de alimentación de digestor 132B funciona en un ciclo de alimentación predefinido que es controlado por la ECU 118. Debido a que el agua/basura/residuos calentada y parcialmente pasteurizada o digerida debe enfriarse a aproximadamente 40 °C antes de que se deposite en el tanque de mantenimiento grande 112, pasa a través del intercambiador de calor 156 en el tanque intermedio 108 cuando se bombea desde los tanques de mantenimiento pequeños 110 al tanque grande 112. El agua/basura/residuos calentada y parcialmente pasteurizada o digerida se enfría pasando su energía térmica a la mezcla de agua/basura/residuos en el tanque intermedio 108 a través del intercambiador de calor 156, como se ha tratado anteriormente. De esa forma, la energía térmica gastada para dar soporte a la pasteurización o digestión anaeróbica termofílica en los tanques de mantenimiento pequeños 110 se reutiliza de forma regenerativa, incrementando adicionalmente de ese modo la eficiencia del aparato REM 100.

En el tanque de mantenimiento grande 112, el agua/basura/residuos pasteurizada o enfriada y parcialmente digerida se agita para producir la digestión anaeróbica mesofílica. Como el agua/basura/residuos precalentada en cada tanque de mantenimiento pequeño 110, el agua/basura/residuos pasteurizada o enfriada y parcialmente digerida en el tanque de mantenimiento grande 112 se agita continuamente con un mezclador de gas 158 (Figura 1E) para mantener los sólidos y líquidos en suspensión mientras el biogás (por ejemplo, metano y dióxido de carbono) se acumula en la parte superior del tanque de mantenimiento grande 112. No obstante, a diferencia del agua/basura/residuos precalentada en cada tanque de mantenimiento pequeño 110, que se agita con aire comprimido desde el compresor 128, el agua/basura/residuos pasteurizada o enfriada y parcialmente digerida en el tanque de mantenimiento grande 112 se agita mediante la recirculación de biogás a través del mezclador de gas 158 usando una bomba de vacío de gas corrosivo 162. En ausencia de aire, las poblaciones bacterianas descomponen los sólidos orgánicos en la mezcla de agua/basura/residuos en biogás y sólidos más estables. Por tanto, el biogás se usa para agitar el agua/basura/residuos en lugar de aire debido a que introducir oxígeno en esa mezcla crearía una atmósfera explosiva. Como alternativa, podría usarse una bomba de mezcla (no mostrada) para mezclar la mezcla de agua/basura/residuos mediante su circulación de modo intermitente dentro del tanque de mantenimiento grande 112.

La temperatura de operación del tanque de mantenimiento grande 112 está preferentemente entre 32-40 °C. Esas temperaturas más bajas permiten que el tanque de mantenimiento grande 112 tenga un volumen mayor (por ejemplo, alrededor de 14.000 litros) que los tanques de mantenimiento pequeños 110 debido a que se requiere menos energía para mantener esas temperaturas más bajas. De hecho, el tanque del mantenimiento grande 112 puede necesitar ser enfriado en lugar de calentado. Para servir a esa finalidad, el tanque de mantenimiento grande 112 puede fabricarse como un tanque de capa doble de modo que pueda hacerse circular fluido de refrigeración (por ejemplo, agua potable y/o gris) entre las carcassas interior y exterior para enfriar el agua/basura/residuos dispuesta en la carcasa interior. El uso de un material conductor, tal como acero, en la carcasa interior y un material aislante en la carcasa exterior proporciona una forma adecuada para conseguir esa funcionalidad.

Como alternativa, el tanque de mantenimiento grande 112 puede formarse como un único tanque usando termoformas reforzadas con fibra de bajo coste. Este material permite que se fabrique rápidamente una pluralidad de tanques de mantenimiento grandes 112 usando moldes baratos. Ese material es también flexible de modo que los tanques de mantenimiento grandes 112 no se romperán si caen cuando están llenos de líquido (por ejemplo, 1,5 metros de movimiento completo a 20 km/h). En cualquier realización, el tanque de mantenimiento grande 112 puede pintarse con carbono nanotecnológico condicionado en la forma de una hoja de loto para repeler bacterias y con silicatos para impedir que el metano se escape/fugue a través de las paredes del tanque. El tanque de mantenimiento grande 112 es preferentemente inmune a dos tipos de bacterias —bacteria anammox y bacteria metanogénica—, que se usan tanto para absorber amoníaco como descomponer cadenas de carbono. El tanque de mantenimiento grande 112 puede incluir también un cátodo y ánodo que recogen electrones libres del proceso de digestión de modo que el tanque de mantenimiento grande 112 puede usarse como una gran batería para alimentar el aparato REM 100 o para proporcionar alimentación a otros aparatos. Los tanques de mantenimiento pequeños 110 pueden construirse de modo similar.

El tanque de mantenimiento grande 112 funciona en un modo de "extraer y llenar" en donde se extrae una cantidad conocida de agua/basura/residuos al tanque de mantenimiento grande 112 mediante la bomba de alimentación de digestor 132C hasta que se llena a un nivel predeterminado. Las cantidades de extracción y llenado se controlan por la ECU 118 usando un conjunto de sensores de nivel (LS) en el tanque de mantenimiento grande 112. El caudal de alimentación de agua/basura/residuos al tanque de mantenimiento grande 112 es controlado por la ECU 118 de modo que proporcione un tiempo de retención mínimo de 15 días para el proceso de digestión anaeróbica mesofílica. Y durante el proceso de extracción, se extrae preferentemente biogás de vuelta al interior del tanque de mantenimiento grande 112 desde el tanque de almacenamiento de gas 120 para mantener una presión de operación de 1,5 a 2,0 kPa (15-20 mbar) dentro del tanque de mantenimiento grande 112.

El tanque de mantenimiento grande 112 se sella de modo suficiente para impedir que el oxígeno gaseoso entre en el sistema y perjudique el proceso de digestión anaeróbico. El tanque de mantenimiento grande 112 incluye una válvula de alivio de seguridad 164 que ventea al exterior del primer contenedor 102 y libera la presión del tanque de mantenimiento grande 112 si esa presión se aproxima a niveles inseguros. El tanque de mantenimiento grande 112 está también aislado para mejorar su eficiencia. Preferentemente, la carcasa exterior del tanque de mantenimiento grande 112 se forma con fibra de vidrio para reducir los costes de fabricación y se usa un material "verde", como lana de oveja, para formar el aislamiento. El aislamiento puede formarse en piezas modulares, entrelazadas que pueden conectarse juntas para rodear el tanque de mantenimiento grande 112.

Cuando se realiza la digestión anaeróbica mesofílica en el tanque de mantenimiento grande 112, se recoge biogás en la parte superior del tanque de mantenimiento grande 112. Aunque la bomba neumática recircula parte del biogás de vuelta al interior del agua/basura/residuos como parte de la operación de mezcla, el resto del biogás se extrae desde el tanque de mantenimiento grande 112 y se bombea a través del purificador de gas 116 antes de ser depositado en el tanque de almacenamiento de gas 120. El biogás se descarga preferentemente desde el tanque de mantenimiento grande 112 a una presión de operación de 1,5 a 2,0 kPa (15-20 mbar). Y después de que se complete el proceso de digestión anaeróbica mesofílica, la mezcla de agua/basura/residuos digerida se bombea a la unidad de deshumidificación 114 mediante una bomba de extracción de lodo 132D que es controlada por la ECU 118 basándose en el tiempo de retención requerido para el proceso de digestión anaeróbica mesofílica.

Debido a que se generan metano y otros gases combustibles en el tanque de mantenimiento grande 112, puede ser necesario preverlo en un contenedor separado de algunos de los otros componentes del aparato REM 100 —en particular, aquellos componentes que contienen maquinaria móvil y electrónica que puede generar una chispa (por ejemplo, la unidad troceadora 106, la unidad de deshumidificación 114, el motor de biogás 122, el compresor de aire 128, la bomba de alimentación del mezclador 132A, la bomba de alimentación del digestor 132B, la bomba de alimentación de pasteurización 132C, la bomba de extracción de lodo 132D, la bomba de vacío de gas 162 y la bomba de homogenización 204). Como alternativa, un contenedor puede dividirse en espacios separados usando mamparas estancas al aire para separar el tanque de mantenimiento grande 112 de la maquinaria y electrónica del aparato REM 100. Dicho contenedor o espacio de contenedor separado proporcionará preferentemente una separación completa del material peligroso y de la atmósfera explosiva respecto a la maquinaria y electrónica del aparato REM 100 de acuerdo con las normas locales, nacionales y/o internacionales, tales como la directiva de Atmósferas Explosivas de la Unión Europea (ATEX) y Normativa de Atmósferas Explosivas y Sustancias Peligrosas (DESEAR).

#### vi. Unidad de deshumidificación 114 y tanque de licor 126

La unidad de deshumidificación 114 elimina líquidos del agua/basura/residuos totalmente digeridos para producir un producto doble de compuesto y digestato espesado que puede usarse como fertilizante sólido y líquido. Como lo ilustra la Figura 3, la unidad de deshumidificación 114 incluye un tanque de deshumidificación 300 en donde el agua/basura/residuos digeridos se reciben desde el tanque de mantenimiento grande 112. La unidad de deshumidificación 114 incluye también un tubo transportador 302 y un motor eléctrico 304 para hacer girar un transportador de tornillo sin eje dispuesto dentro del tubo transportador 302. Cuando gira, el transportador de tornillo

transporta la basura/residuos sólido de la mezcla de agua/basura/residuos en el tanque de deshumidificación 300 hacia arriba a través del tubo transportador 302 y al exterior a través de una boquilla 306 dispuesta en el extremo superior del tubo transportador 302. Esa basura/residuos sólido puede recogerse en un depósito colocado por debajo de la boquilla en la plataforma de carga 142 para su uso como fertilizante sólido. Y el agua gris restante, o licor, en el tanque de deshumidificación 300 se alimenta a continuación por gravedad al interior del tanque de licor 126 para su uso como fertilizante líquido.

La unidad de deshumidificación 114 se dispone adyacente a la unidad troceadora 106 en el mismo extremo del primer contenedor 102 de modo que el proceso de la presente invención se complete en la misma localización en la que comienza. En consecuencia, el usuario puede cargar basura/residuos al interior de la unidad troceadora 106 y extraer el fertilizante sólido resultante producido a través del proceso de digestión anaeróbica en la misma localización. El tanque de licor 126 se dispone preferentemente adyacente al primer contenedor 102 en el mismo extremo para la misma finalidad. Y aunque el proceso de digestión anaeróbica puede necesitar unas pocas semanas para completarse, después de que se completa el primer ciclo, debería haber fertilizantes sólidos y líquidos listos para ser extraídos cada vez que el usuario va a cargar la unidad troceadora 106 con nueva basura/residuos. El fertilizante sólido puede ser mantillo que es adecuado para cama de animales. Y al menos una parte del agua gris puede recircularse con la bomba de alimentación del mezclador 132A para su mezcla con basura/residuos que se cargan al interior del tanque de mezcla 132 tal como se requiere para hidrólisis. La recirculación del agua gris con la bomba de alimentación de mezclador 132A es controlada por la ECU 118 mediante la operación de modo automático de esa bomba 132A y la apertura/cierre de las válvulas de agua 134A asociadas tal como se requiere para dirigir el flujo de agua gris.

El tanque de licor 126 se dispone adyacente al primer contenedor 102 en una localización cerca y por debajo del tanque de deshumidificación 300 de la unidad de deshumidificación 114 de modo que el fertilizante sólido y el fertilizante líquido producidos con la unidad de deshumidificación 114 puedan alimentarse por gravedad al interior del tanque de licor 126. Para servir a esa finalidad, el tanque de deshumidificación 300 se dispone sobre una base 308 que lo soporta en una localización por encima del tanque de licor 126. El tanque de licor 116 se fabrica preferentemente de PVC para reducir los costes de fabricación. Y aunque el tanque de licor 126 se ilustra dispuesto adyacente al primer contenedor 102, puede disponerse también dentro del primer contenedor 102 en una relación similar con la unidad de deshumidificación 114.

#### vii. Purificador de gas 116

El purificador de gas 116, o unidad de desulfuración, se dispone entre el tanque de mantenimiento grande 112 y el tanque de almacenamiento de gas 120. Se configura para limpiar el biogás extraído del agua/basura/residuos en el tanque de mantenimiento grande 112 antes de que se almacene en el tanque de almacenamiento de gas 120. El purificador de gas 116 puede ser de cualquier tipo adecuado, tal como un filtro de carbón activado o un filtro de gas comprimido (por ejemplo, un filtro de gas amina). El purificador de gas 116 se usa para tratar el biogás y refinarlo para su uso como combustible —concretamente mediante la reducción de los niveles de sulfuro de hidrógeno en el biogás—. No obstante, el purificador de gas 116 puede no ser necesario si el biogás no necesita ser tratado, tal como cuando no va a ser usado para combustible o no contiene niveles prohibidos de ciertos productos químicos.

#### viii. Unidad de control electrónico (ECU) 118

El flujo de líquido (por ejemplo, agua potable y/o gris), basura/residuos y biogás a través del aparato REM 100 de la presente invención es controlado por la ECU 118. Como lo ilustra la Figura 4, la ECU 118 incluye un controlador lógico programable (PLC) que se programa para supervisar, registrar y controlar las diversas etapas del proceso de digestión anaeróbica (por ejemplo, temperaturas, volúmenes y caudales). Proporciona realimentación visual de esas operaciones al usuario a través de una interfaz de usuario gráfica, tal como un monitor de ordenador o pantalla táctil. La ECU 118 automatiza el proceso de digestión anaeróbica conectando y desconectando los diversos componentes 106-128 del aparato REM 100 basándose en los valores que supervisa y registra. La ECU 118 realiza la determinación de qué componentes 106-128 conectar y desconectar principalmente basada en el contenido de la basura/residuos cargada en el aparato REM 100, lo que puede detectarse a través de los sensores apropiados y/o puede introducirse por un usuario a través de una interfaz de usuario en la ECU 118.

Por ejemplo, la ECU 118 acciona automáticamente las bombas apropiadas 132A-132D, 204 y 162 y abrirá/cerrará las válvulas apropiadas 134A-134C para bombear el agua/basura/residuos totalmente digerida del tanque de mantenimiento grande 112 a la unidad de deshumidificación 114 después de que detecte que se ha completado el proceso de digestión anaeróbica. La ECU 118 alimentará automáticamente, mantendrá y descargará el agua/basura/residuos de los tanques de almacenamiento pequeños 110 en un modo por lotes basándose en los niveles detectados con los interruptores de nivel (LS) y los tiempos en los que se ha mantenido el agua/basura/residuos en cada tanque de mantenimiento pequeño 110. La ECU 118 determinará si activar o no los calentadores 160 en los tanques de mantenimiento pequeños 110 basándose en los sensores de temperatura (TS) en cada tanque de mantenimiento pequeño 110. Y la ECU 118 determinará automáticamente los caudales y tiempos de ciclo para mover el agua/basura/residuos entre los diferentes componentes 106-128 del aparato REM 100 mediante la supervisión del proceso de digestión anaeróbica en sus diversas etapas usando un circuito

cronometrado, sensores de nivel (LS), sensores de temperatura (TS) y sensores de presión (PS) localizados a lo largo del aparato REM 100, permitiendo de ese modo a la ECU 118 ajustar el proceso de digestión anaeróbico en tiempo real según se requiera para mantener una digestión óptima.

- 5 La ECU 118 puede determinar esas cosas tal como la cantidad de líquido a añadir a la mezcla de basura/residuos y la cantidad de biogás que se espera producir de esa basura/residuos basándose en las respuestas a una serie de cuestiones presentadas al usuario a través de la interfaz de usuario gráfica de la ECU 118. Por ejemplo, podría pedirse al usuario que introduzca una descripción del sitio en donde se recogió la basura/residuos, la disponibilidad de servicios, tipo de residuos/basura (por ejemplo, estiércol, residuos vegetales, etc.), cantidades de  
10 residuos/basura, el uso pretendido del mantillo que se producirá y el uso pretendido del agua gris que se producirá. Por tanto, permitiendo al usuario introducir las respuestas a esas cuestiones para diferentes lotes de basura/residuos cargados dentro del aparato REM 100, la ECU 118 es capaz de personalizar el proceso de digestión para cada lote de basura/residuos cargado en el aparato REM 100. Algunas de estas respuestas pueden obtenerse también automáticamente por la ECU 118, tal como usando una báscula proporcionada en la unidad troceadora 106 o la  
15 plataforma de carga 142 para pesar la basura/residuos cargada dentro del aparato REM 100.

El PLC de la ECU 118 se programa también para supervisar y mantener la seguridad a todo lo largo del proceso de digestión anaeróbica. La supervisión no solo permite un control más estrecho de la maquinaria y equipo eléctrico para impedir daños físicos a los usuarios, también permite un control estrecho de los parámetros del proceso que se  
20 usan como Parámetros de Evaluación de Peligro y Control Crítico (HACCP). Por ejemplo, la ECU 118 supervisa la presión de biogás en el tanque de almacenamiento de gas 120 y los niveles de agua/basura/residuos en los tanques de mantenimiento pequeños 110 y tanque de mantenimiento grande 112 para asegurarse de que se mantienen en niveles de operación seguros (por ejemplo, se proporcionará un sensor de nivel (LS) en los tanques de mantenimiento pequeños 110 y tanque de mantenimiento grande 112 para asegurar que los calentadores de  
25 inmersión 160 no están tratando de calentar un tanque vacío). Sonarán alarmas si / cuando los volúmenes de biogás y/o volúmenes de agua/basura/residuos se aproximan a niveles inseguros. La ECU 118 incluye también una interfaz del control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) y/o Internet y funcionalidad inalámbrica (por ejemplo, GSM, GPRS, Wi-Fi, etc.) para proporcionar al usuario capacidades de supervisión remota para eficiencia, diagnóstico, funcionamiento y seguridad. Preferentemente, la ECU 118 se proporciona en el mismo extremo del  
30 primer contenedor 102 que la unidad troceadora 106, unidad de deshumidificación 114 y tanque de licor 126 de modo que pueda controlarse el proceso de digestión anaeróbico desde la misma localización en la que se carga la basura/residuos en el aparato REM 100 y se retira el fertilizante del aparato REM, proporcionando de ese modo un nivel añadido de comodidad para el usuario.

- 35 La ECU 118 incluye una interfaz humano-máquina (HMI) para comunicar con los diversos componentes 106-128, bombas 132A-132D y válvulas 134A-134C del aparato REM 100. Incluye también una aplicación de supervisión en la nube para supervisión regional del estado de esos componentes 106-128, bombas 132A-132D y válvulas 134A-134C. La comunicación puede establecerse con la ECU 118 a través de la interfaz del SCADA y/o Internet y la funcionalidad inalámbrica usando sustancialmente cualquier dispositivo informático (por ejemplo, ordenador personal, ordenador portátil, ordenador tableta, asistente digital personal (PDA), teléfono inteligente, etc.) de modo  
40 que permitan al usuario supervisar remotamente, controlar y detectar averías del aparato REM 100. Por ejemplo, las aplicaciones de teléfono inteligente pueden comunicar con la ECU 118 a través de una interfaz de bus a un nodo de canbus que comunica con sensores y dispositivos de bajo coste, tales como los usados en la industria de automoción.

45 Todas las interfaces para que un usuario introduzca información en y controle en otra forma la operación de la ECU 118 se proporcionan en el cuadro de control 148 situado sobre el tablero 140 del primer contenedor 102 de modo que el usuario pueda accionar los diferentes componentes 106-128 del aparato REM 100 desde la misma localización en donde se carga la basura/residuos dentro del aparato REM 100 y se retiran los fertilizantes sólidos y  
50 líquidos desde el aparato REM 100, añadiendo de ese modo un nivel adicional de comodidad para el usuario. El cuadro de control 148 y sus interfaces asociadas están en comunicación de datos eléctrica con la ECU 118 a través de un cableado eléctrico 138. O como alternativa, pueden estar en comunicación de datos inalámbrica entre sí a través de cualquier funcionalidad inalámbrica adecuada, segura (por ejemplo, GSM, GPRS, Wi-Fi, etc.).

- 55 La ECU 118 proporciona también una fuente de alimentación central para diversos componentes 106-128, bombas 132A-132D y válvulas 134A-134C del aparato REM 100. Incluye un interruptor miniatura (MCB) para cada uno de sus componentes 106-128, bombas 132A-132D y válvulas 134A-134C así como diodos emisores de luz (LED) que indican sus estados respectivos (por ejemplo, "conectado", "defecto", etc.). Esos MCB pueden ser accesibles a través de una caja de interruptores 166 (Figura 1A) dispuesta en el exterior del primer contenedor 102. La caja de interruptores 166 se dispone en el exterior del primer contenedor 102 de modo que pueda accederse a esos MCB  
60 con facilidad sin necesidad de ir al interior del contenedor 102 en donde los riesgos de daños al usuario son más elevados debido a la cantidad de maquinaria alojada en él. Los otros componentes de la ECU 118 se disponen preferentemente en un recinto interior del primer contenedor 102 para proporcionar una mejor protección frente a los elementos.

65 El bus de alimentación de la ECU 118 recibe preferentemente su alimentación desde una fuente de alimentación de

red de 16 amperios, 240 voltios. Puede recibir también alimentación desde el motor de biogás 122. Y aunque la Figura 5 solo muestra cuatro sensores de temperatura (TS) y siete interruptores de "bajo" nivel (LS), la ECU 118 se conecta a diversos otros sensores de temperatura (TS) y sensores de nivel (LS) para dar soporte a su control del aparato REM 100. Por ejemplo, la ECU 118 incluye también al menos siete sensores de "alto" nivel (LS) y al menos tres sensores de temperatura adicionales (TS). Véase, por ejemplo, la Figura 1E. La ECU 118 puede conectarse también a otros tipos de sensores, tales como sensores de composición de gas, sensores de presión (PS), voltímetros, etc., según se requiera para dar soporte a su control del aparato REM 100. El cableado 138 de la ECU 118 y diversas conexiones están de acuerdo con las normas locales, nacionales y/o internacionales, tales como las establecidas en la Especificación Mecánica y Eléctrica de la Industria del Agua (WIMES).

#### ix. Tanque de almacenamiento de gas 120

Después de que se extraiga al biogás desde el tanque de mantenimiento grande 112 y después de que se limpie mediante el purificador de gas 116 (cuando se requiere limpieza), se almacena en el tanque de almacenamiento de gas 120. Como lo ilustra la Figura 5, el tanque de almacenamiento de gas 120 incluye una cámara flexible 500 dispuesta dentro de un tanque sólido, de doble pared 502. El tanque de doble pared 502 puede llenarse con líquido (por ejemplo, agua potable y/o gris) y construirse con un material suficientemente fuerte para soportar las elevadas presiones asociadas con el almacenamiento de biogás bajo presión. El tanque de almacenamiento de gas 120 incluye una entrada de agua 504 y una salida de agua (no mostrada) de modo que pueda bombearse líquido al interior y fuera del tanque de doble pared 502 a través de una tubería de agua 136A para igualar y mantener una presión constante, fija de biogás en la cámara flexible 500. El tanque de almacenamiento de gas 120 incluye también una válvula de alivio de seguridad 168 que ventila al exterior del segundo contenedor 104 y libera la presión en la cámara flexible 500 si esa presión se aproxima a niveles inseguros. Cualquier excedente de biogás que no pueda almacenarse en el tanque de almacenamiento de gas 120 se quema con seguridad con la llama 124 de modo que se impida que tengan lugar niveles inseguros de presión. Esa llama 124 tiene una llama piloto que se alimenta mediante un tanque de propano 170 provisto en o adyacente al primer contenedor 102.

Para medir el volumen de gas almacenado en la cámara flexible 500, se proporcionan caudalímetros separados en las tuberías de gas de entrada y salida 136C del tanque de almacenamiento de gas 120. La diferencia entre las lecturas de esos caudalímetros se usa por la ECU 118 para supervisar la cantidad de gas almacenado en el tanque de almacenamiento de gas 120. También se proporciona en la tubería de salida de gas 136C una válvula de control de caudal 134C para controlar el flujo de biogás desde el tanque de almacenamiento de gas 120 y un detentor de llama (no mostrado) para impedir que la llama se propague de vuelta a través de la válvula de control de caudal 134C al tanque de almacenamiento de gas 120. De esta forma, puede extraerse biogás desde el tanque de almacenamiento de gas 120 según sea necesario y usarse para generar calor, electricidad o cualquier otra forma de energía generada por gas. Uno de los dispositivos que se usan para generar calor y electricidad es el motor de biogás 122.

Debido a que se almacenan metano y otros gases combustibles en el tanque de almacenamiento de gas 120, puede ser necesario preverlo en un contenedor separado 104 de algunos de los otros componentes del aparato REM 100 —en particular, aquellos componentes que contienen maquinaria móvil y electrónica que puede generar una chispa (por ejemplo, la unidad troceadora 106, la unidad de deshumidificación 114, el motor de biogás 122, el compresor de aire 128, la bomba de alimentación del mezclador 132A, la bomba de alimentación del digestor 132B, la bomba de alimentación de pasteurización 132C, la bomba de extracción de lodo 132D, la bomba de vacío de gas 162 y la bomba de homogenización 204). Como alternativa, un contenedor puede dividirse en espacios separados usando mamparas estancas al aire para separar el tanque de mantenimiento grande 112 de la maquinaria y electrónica del aparato REM 100. Dicho contenedor o espacio de contenedor separado proporcionará preferentemente una separación completa del material peligroso y de la atmósfera explosiva respecto a la maquinaria y electrónica del aparato REM 100 de acuerdo con las normas locales, nacionales y/o internacionales, tales como la directiva ATEX de la Unión Europea y los DSEAR.

#### x. Motor de biogás 122

La tubería de salida de gas 136C desde el tanque de almacenamiento de gas 120 se conecta al motor de biogás 122, que produce simultáneamente electricidad y calor a partir del biogás por medio de un motor de combustión (por ejemplo, un motor de combustión interna o un motor Stirling). El motor de biogás 122 es preferentemente una unidad de 3.600 kWh combinada de calor y generación eléctrica (CHP). La unidad CHP puede ser un conjunto generador diésel modificado que queme biogás o un motor de vapor que queme gas sintético/biogás basado en la pirólisis (por ejemplo, un formato Sterling o motor de pistón rotativo que accione un generador directamente).

Debido a que el motor de biogás 122 requiere una presión de entrada específica para funcionar (por ejemplo, 10 kPa (100 mbar)), el biogás se mantiene en el tanque de almacenamiento de gas 120 a esa presión usando un ventilador de impulsión 172. La electricidad producida con el motor de biogás 122 puede conectarse a la red eléctrica del usuario y usarse para alimentar los dispositivos domésticos, tales como luces y electrodomésticos. Y el calor producido puede conectarse al sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) del usuario y/o sistema de calentamiento de agua y usarse para calefacción y/o calentamiento de agua. El motor de biogás 122

puede usarse también para alimentar las diversas bombas 134A-134D, 204 y 162 del aparato REM, o cualquier componente 106-128 que funcione con electricidad y proporcionar calor a los tanques de almacenamiento pequeños 110 para mejorar adicionalmente la eficiencia de la presente invención.

- 5 Para suplementar la movilidad del aparato REM 100, el motor de biogás 122 se proporciona preferentemente en su propio tráiler. Se conecta también preferentemente al tanque de almacenamiento de gas 120, el bus de alimentación de la ECU 118 y una red eléctrica del usuario usando conexiones estándar.

#### xi. Llama 124

- 10 La llama 124 produce una llama que quema el exceso de metano y/o propano con la norma en particular de la Unión Europea. La llama 124 incluye una llama piloto que se conecta al tanque de propano 170 a través de la tubería de gas 134B para asegurar que el exceso de biogás se enciende instantáneamente y permanece encendido de modo que no se congrege en cantidades inseguras, combustibles en y/o alrededor del aparato REM 100. La llama puede  
15 incluir dos llamas piloto separadas —una primera llama piloto que enciende el metano y una segunda llama piloto que enciende el propano—. Un encendedor piezoeléctrico o un sistema de auto-ignición con detección de llama visual pueden usarse también e integrarse con la funcionalidad de la ECU 118 para activación automatizada.

#### xii. Tuberías 136A-136C

- 20 a. Tubería de agua 136A

La tubería de agua 136A puede ser cualquier tubería de baja presión adecuada, tal como tubería de PVC, para alimentar líquido (por ejemplo, agua potable y/o gris) al interior de la unidad troceadora 106. Como lo ilustra la Figura 6, la tubería de agua 136A suministra agua potable a la unidad troceadora 106 desde una fuente de agua exterior, tal  
25 como un pozo o una compañía local, y proporciona agua gris a la unidad troceadora 106 desde la unidad de deshumidificación 114. Para permitir que el aparato REM 100 se conecte a una fuente de agua exterior, la tubería de agua 136A incluye preferentemente un conector estándar, tal como un conector de manguera de jardín, en una localización de entrada en el exterior del primer contenedor 102.

30 Como lo ilustra también la Figura 6, el agua gris desde la unidad de deshumidificación 114 se hace circular entre la carcasa interior y la carcasa exterior del tanque de mantenimiento grande 112 y entre la carcasa exterior y la cámara del tanque de almacenamiento de gas 120 para ayudar a la refrigeración del contenido del tanque de mantenimiento grande 112 y del tanque de almacenamiento de gas 120. La ECU 118 controla la cantidad de refrigeración  
35 proporcionada según se requiere para mantener las temperaturas de operación deseadas en el tanque de mantenimiento grande 112 y en el tanque de almacenamiento de gas 120 mediante la apertura y cierre de las válvulas de agua 134A apropiadas y la operación de la bomba de alimentación del mezclador 132A. Y aunque la Figura 6 muestra que se bombea agua gris a través de tanto el tanque de mantenimiento grande 112 como del tanque de almacenamiento de gas 120, uno o ambos de estos componentes 112 y 120 pueden derivarse mediante  
40 la apertura y cierre de las válvulas de agua 134A apropiadas.

#### b. Tubería de residuos 136B

45 La tubería de residuos 136B proporciona una red compleja que funciona en su recorrido alrededor de los componentes fijos 106-128 del aparato REM 100. Se usan longitudes de tubería estándar en donde es posible para facilitar la sencillez de la fabricación. El material usado para la tubería de residuos 136B es preferentemente HDPE. Las propiedades de ese material le permiten soportar ataques químicos y biológicos, soportar temperaturas de hasta 137 °C y soportar presiones de hasta 12 bar. Además, sus propiedades aislantes ayudan a mejorar adicionalmente la eficiencia del aparato REM 100. Se proporciona preferentemente una conexión de drenaje estándar en el exterior  
50 del primer contenedor 102 para facilitar la conexión de la tubería de residuos 136B a un sumidero para drenaje del tanque intermedio 108, los tanques de mantenimiento pequeños 110, el tanque de mantenimiento grande 112, el tanque de licor 126, el tanque de mezcla 202 y el tanque de deshumidificación 300 según se requiera para limpiarlos y mantenerlos.

55 Como lo ilustra también la Figura 6, la tubería de residuos 136B entrega la mezcla de agua/basura/residuos al tanque intermedio 108 antes de proporcionarla a los tanques de mantenimiento pequeños 110. Después, la mezcla de agua/basura/residuos calentada y parcialmente pasteurizada o digerida pasa a través del intercambiador de calor 156 en el tanque intermedio 108 cuando se mueve desde los tanques digestores pequeños 110 al tanque de mantenimiento grande 112. Y después de que se complete la digestión anaeróbica mesofílica en el tanque de  
60 mantenimiento grande 112, la mezcla de agua/basura/residuos totalmente digerida se mueve a la unidad de deshumidificación 114. La ECU 118 controla las cantidades de agua/basura/residuos movidas entre esos componentes 106-114 según se requiera para optimizar el proceso de digestión anaeróbica mediante la apertura y cierre de las válvulas de residuos 134B apropiadas y la operación de la bomba de alimentación del digestor 132B, la bomba de alimentación de pasteurización 132C, la bomba de extracción de lodo 132D, y la bomba de homogenización 204. Y aunque la Figura 6 muestra la mezcla de agua/basura/residuos calentada y parcialmente  
65 pasteurizada o digerida bombeada a través del intercambiador de calor 156 en el tanque intermedio 108, puede

derivarse el intercambiador de calor 156 mediante la apertura y cierre de las válvulas de residuos 134B apropiadas.

### c. Tubería de gas 136C

- 5 La tubería de gas 136C es preferentemente de acero inoxidable debido a las propiedades corrosivas de los elementos en el biogás. Por ejemplo, puede haber  $H_2S$  (sulfuro de hidrógeno) en el biogás. La tubería de acero inoxidable no reacciona con ese medio. Y como lo ilustra la Figura 7, la tubería de gas 136C forma dos bucles separados. El primer bucle hace circular aire a través de los tanques de mantenimiento pequeños 110 con el compresor 128 para agitar el agua/basura/residuos en los tanques de mantenimiento pequeños 110. Y el segundo bucle hace circular biogás a través del tanque de mantenimiento grande 112 con la bomba de vacío de gas 162 para agitar el agua/basura/residuos en el tanque de mantenimiento grande 112. El primer bucle es un bucle "abierto" debido a que permite la introducción de aire en los tanques de mantenimiento pequeños 110 y el segundo bucle es un bucle "cerrado" debido a que solamente utiliza el biogás ya en el tanque de mantenimiento grande 112.
- 10
- 15 El segundo bucle también mueve biogás desde el tanque de mantenimiento grande 112 al tanque de almacenamiento de gas 120 después de depurarlo con el depurador de gas 116. Desde el tanque de almacenamiento de gas 120, el gas depurado se mueve al motor de biogás 122 usando un ventilador impulsor 172 para mantener el biogás a la presión de operación requerida para el motor de biogás 122. Cualquier excedente de biogás que no pueda almacenarse en el tanque de almacenamiento de gas 120 se quema con seguridad con la llama 124 de modo que se impida que tengan lugar niveles inseguros de presión. Y como se ha analizado anteriormente, el biogás puede circularse de vuelta al interior del tanque de mantenimiento grande 112 para mantener la presión de operación deseada en él durante el proceso de extracción. La ECU 118 controla las cantidades de biogás movidas entre esos componentes 112, 116, 120 y 122 según se requiera para realizar esas operaciones mediante la apertura y cierre de las válvulas de gas 134C apropiadas y la operación de la bomba de vacío de gas 162 y del ventilador impulsor 172. Y aunque la Figura 7 muestra que se circula biogás de vuelta al interior del tanque de mantenimiento grande a través del purificador de gas 116, el purificador de gas 116 puede derivarse para realizar esa operación mediante la apertura y cierre de las válvulas de gas 134C apropiadas mientras la bomba de vacío de gas 162 está funcionando en inversa. Y aunque la Figura 7 muestra dos bucles separados, estos bucles pueden interconectarse según se requiera para recuperar biogás desde los tanques de mantenimiento pequeños 110.
- 20
- 25
- 30

### xiii. Chimeneas de escape 174

- 35 Para hacer frente a los olores potencialmente molestos generados por el proceso de digestión anaeróbica, el tanque intermedio 108, los tanques de mantenimiento pequeños 110, la unidad de deshumidificación 114 y el tanque de licor 126 están equipados cada uno con una chimenea de escape 174 con un elemento de filtro. El elemento de filtro utiliza preferentemente un material filtrante orgánico, tal como una combinación de lana de acero y helechos, para eliminar olores potencialmente molestos de los gases generados en esos componentes 108, 110, 114 y 126. Y las chimeneas de escape 174 se extienden preferentemente a través del techo del primer contenedor 102 de modo que venteen esos gases al exterior del primer contenedor 102. Como se ha tratado anteriormente, el tanque de mantenimiento grande 112 no incluye una chimenea de escape 174 debido a que el biogás generado en él es altamente combustible. En consecuencia, el biogás o bien se almacena en el tanque de almacenamiento de gas 120 o bien se quema por la llama 124.
- 40

### 45 B. Método para microgeneración de energía renovable

- Los componentes 106-128 del aparato REM 100 se describen mejor como formando nodos separados en el proceso de digestión anaeróbica. En el nodo 1, la unidad troceadora 106 recibe la basura/residuos (por ejemplo, materias primas) de contenido en sólidos variable que han de diluirse a aproximadamente el 8-10 % de sólidos totales y una relación de aproximadamente 1:4 de residuos/basura a líquido de dilución (por ejemplo, agua potable o gris). La dilución se consigue añadiendo el agua gris reciclada recuperada desde el agua/basura/residuos totalmente digerido usando la unidad de deshumidificación 114 en el nodo 6. También puede añadirse agua potable desde una fuente exterior según se requiera, tal como cuando se pone en marcha por primera vez el aparato REM 100. La ECU 118 controla el proceso de dilución basándose en mediciones obtenidas con el equipo de detección de nivel.
- 50

- 55 Después de que se añada la cantidad requerida de líquido de dilución (por ejemplo, agua potable y/o gris) a la basura/residuos en el tanque de mezcla 202, la bomba de homogenización 204 macera la mezcla de agua/basura/residuos para obtener la viscosidad deseada. Ese proceso debería llevar solamente unos minutos por día, después de lo que, debería haber una cantidad suficiente de agua/basura/residuos homogeneizada para comenzar la pasteurización y digestión. La bomba de homogenización 204 se configura preferentemente para procesar 0,5 toneladas métricas de residuos/basura por hora. Y como se ha analizado anteriormente, el aparato REM 100 puede dimensionarse usando componentes modulares según se requiera para procesar cantidades diarias de basura/residuos específicas del usuario.
- 60

- 65 En el nodo 2, la mezcla de agua/basura/residuos producida en el nodo 1 se transfiere al interior del tanque intermedio 108 para precalentamiento. El tanque intermedio 108 incluye un intercambiador de calor 156 que enfría el

agua/basura/residuos calentada y parcialmente pasteurizada o digerida producida durante la pasteurización en los tanques de mantenimiento pequeños 110 en el nodo 3 mientras calienta la mezcla de agua/basura/residuos producida en el nodo 1. La energía térmica perdida por el agua/basura/residuos calentada y parcialmente pasteurizada o digerida durante la refrigeración se transfiere a la mezcla de agua/basura/residuos en el tanque intermedio 108 para calentarla desde su temperatura ambiente antes de que se mueva a los tanques de mantenimiento pequeños 110. Ese proceso permite que la mezcla de agua/basura/residuos que va al interior del digestor grande esté a 35-40 °C de modo que evite un choque térmico con bolsas mesofílicas en el tanque de mantenimiento grande 112 en el nodo 4. También precalienta la mezcla de agua/basura/residuos producida en el nodo 1 de modo que se pone menos carga sobre los calentadores 160 en los tanques de mantenimiento pequeños 110 en el nodo 3, en donde la mezcla de agua/basura/residuos se calienta a al menos 70 °C.

En el nodo 3, los tanques de mantenimiento pequeños 110 usan un mezclador de gas 158 para mezclar la mezcla de agua/basura/residuos con aire, lo que permite que las bolsas usen oxígeno para calentar la mezcla de agua/basura/residuos durante la pasteurización. Los contenidos de esos tanques de mantenimiento pequeños 110 también se calientan con calentadores internos 160 hasta una temperatura de operación de aproximadamente 70 °C durante un mínimo de 60 minutos. Esto puede ajustarse según se requiera para optimizar la pasteurización usando un sistema SCADA conectado a la ECU 112 a través de la interfaz SCADA. Se proporcionan preferentemente dos o más tanques de mantenimiento pequeños 110 de modo que las bolsas en ellos puedan reciclarse rápida y fácilmente a través de esos tanques con etapas de alimentación, mantenimiento y descarga. Las etapas de alimentación y descarga requerirían más consumo de tiempo y dificultad con tanques mayores. Además, la carga en los calentadores 160 sería mayor en tanques más grandes.

Después de que se completa la pasteurización en los tanques de mantenimiento pequeños 110, el agua/basura/residuos calentada y parcialmente pasteurizada o digerida se mueve al tanque de mantenimiento grande 112 para digestiones anaeróbicas mesofílicas y recuperación del biogás en los nodos 4 y 5, respectivamente. Como se ha tratado anteriormente, ese agua/basura/residuos calentada y parcialmente pasteurizada o digerida se enfría a 35-40 °C mediante el intercambiador de calor 156 en el tanque intermedio 108 en el nodo 2 antes de que se deposite en el tanque de mantenimiento grande 112 hasta que se alcanza un nivel predeterminado de llenado. En el tanque de mantenimiento grande 112, el agua/basura/residuos pasteurizada o enfriada y parcialmente digerida se agita continuamente con el agitador de gas 158 mediante la recirculación del biogás generado durante la digestión anaeróbica mesofílica de vuelta al interior del agua/basura/residuos. El caudal de alimentación al tanque de mantenimiento grande 112 es tal que proporciona un tiempo de retención mínimo de 15 días. Las temperaturas y tiempos en los que se mantiene el agua/basura/residuos en los tanques de mantenimiento pequeños 110 y tanque de mantenimiento grande 112 son controlados por la ECU 118 de modo que funcionen dentro de los HACCP pertinentes y para cumplir con las normas locales, nacionales y/o internacionales, tales como la normativa EPA de Estados Unidos 40 C.F.R. 503.32.

El biogás generado durante la digestión anaeróbica mesofílica en el nodo 4 se retira del tanque de mantenimiento grande 112 y se coloca en el tanque de almacenamiento de gas 120 en el nodo 5. Ese biogás se mueve al tanque de almacenamiento de gas 120 mediante la bomba de vacío de gas 162 según está siendo generado por la digestión anaeróbica mesofílica. Y después de que se complete ese proceso, lo que permanece en la mezcla de agua/basura/residuos se saca a la unidad de deshumidificación 114 en el nodo 6. Cuando el tanque de mantenimiento grande 112 es drenado en esa forma, se mueve el biogás desde el tanque de almacenamiento de gas 120 de vuelta al interior del tanque de mantenimiento grande 112 de modo que mantenga una presión de operación de 1,5 a 2,0 kPa (15-20 mbar) en el tanque de mantenimiento grande 112 durante ese proceso de extracción. Después, cuando el tanque de mantenimiento grande 110 está siendo llenando con el siguiente lote del agua/basura/residuos pasteurizada o enfriada y parcialmente digerida en el nodo 4, el biogás se mueven de vuelta al interior del tanque de almacenamiento de gas 120 en el nodo 5.

En el nodo 6, el agua/basura/residuos totalmente digerida extraída desde los tanques de mantenimiento grandes 110 se bombea al interior de la unidad de deshumidificación 114 para deshumidificación. El agua/basura/residuos totalmente digerida se somete a un filtrado previo pasándola a través de una malla fina para ayudar en el proceso de separación. El agua/basura/residuos totalmente digerida puede someterse también a desulfuración de purificación de sulfuro de hidrógeno, o edulcoración, en el tanque de deshumidificación 300. Y puede añadirse coagulante a los sólidos suspendidos agregados en el agua/basura/residuos totalmente digerida de modo que caigan al fondo del tanque de deshumidificación 300, dejando de ese modo una capa superior de agua "gris" limpia, o licor, que se recircula de vuelta al interior de la unidad troceadora 106 con la bomba de alimentación de mezclador 134B. Las bacterias en el agua gris pueden usarse también como materia prima, de modo que pueden también alimentarse por gravedad al tanque de licor 126 para almacenamiento en el nodo 7.

Los sólidos que caen al fondo del tanque de deshumidificación 300 forman una capa espesa de fertilizante orgánico. El motor eléctrico 304 de la unidad de deshumidificación 114 hace girar el transportador de tornillo sin eje dispuesto dentro del tubo transportador 302 para transportar esa capa espesa de fertilizante orgánico, sólido hacia arriba a través del tubo transportador 302 y fuera a través de la boquilla 306 dispuesta en el extremo superior del tubo transportador 302, en donde cae al interior de un depósito colocado por debajo de la boquilla sobre la plataforma de carga 142. El fertilizante sólido, o mantillo, recogido en ese depósito está seco preferentemente del 75 al 85 % como

resultado de ese proceso. Y los fertilizantes sólidos y líquidos resultantes producidos por el proceso de digestión estarán preferentemente libres de patógenos.

### C. Configuraciones modulares

5

Aunque solo se analizan dos contenedores 102 y 104 con respecto a las realizaciones de ejemplo del aparato y método divulgado anteriormente, los componentes 106-128 del aparato REM 100 pueden separarse en tantos contenedores diferentes 102 como se requiera para adaptarse a la aplicación particular. Por ejemplo, un contenedor de procesamiento podría alojar la unidad troceadora 106, el tanque intermedio 108, la unidad de deshumidificación 114 y la ECU 118; un contenedor de digestión podría alojar los tanques de mantenimiento pequeños 110, el tanque de mantenimiento grande 112 y el purificador de gas 114; un contenedor de CHP podría alojar el motor de biogás 122; un contenedor de almacenamiento de licor podría alojar uno o más tanques de almacenamiento de licor 126; y un contenedor de almacenamiento de gas podría alojar uno o más tanques de almacenamiento de gas 120. En esa configuración, el contenedor de procesamiento procesaría toda la basura/residuos y el agua/basura/residuos antes y después del proceso de digestión anaeróbico; el contenedor de digestión realizaría la pasteurización o digestión anaeróbica termofílica, la digestión anaeróbica mesofílica y la purificación del biogás; y el contenedor de almacenamiento de gas realizaría todo el almacenamiento del biogás. Podrían añadirse de ese modo uno o más contenedores de digestión al contenedor de procesamiento y al contenedor de almacenamiento de gas hasta que se alcance la capacidad de procesamiento del contenedor de procesamiento y/o la capacidad de almacenamiento del contenedor de almacenamiento de gas. En consecuencia, esos contenedores se interconectan preferentemente usando tuberías normalizadas 136A-136C y cableado 138 (por ejemplo, secciones de tubería y mazos de cableado prefabricados) para permitirles ser conectados de forma modular, permitiendo de ese modo la expansión del aparato REM 100 para adaptarse sustancialmente en toda la extensión de cualquier requerimiento.

25 A modo de un ejemplo más específico, si la unidad troceadora 106 en cada contenedor de procesamiento puede procesar 0,5 toneladas métricas de residuos/basura por hora, un usuario que desee procesar 6 toneladas métricas de residuos/basura en un día de 8 horas podrían tener dos contenedores de procesamiento y configurarlos para funcionar al unísono, permitiendo de ese modo que ese usuario procese esa cantidad de residuos/basura en un período de 6 horas. De modo similar, podrían proporcionarse dos contenedores de procesamiento para procesar 24 toneladas métricas de residuos/basura en un período de 24 horas. Esos dos contenedores de procesamiento podrían conectarse a continuación a un número correspondiente de contenedores de digestión en una configuración en cadena usando las tuberías 136A-136C y cableado 138 normalizados anteriormente mencionados.

Debido a que el proceso de digestión anaeróbico requiere típicamente una relación de aproximadamente 1:4 de residuos/basura a líquido de dilución (por ejemplo, agua potable y/o gris), el procesamiento de 6 toneladas métricas de residuos/basura por día producirá aproximadamente 30 toneladas de mezcla de agua/residuos/basura (6 toneladas métricas de residuos/mantillo + (4 x 6) toneladas métricas de líquido de dilución = 30 toneladas métricas de mezcla de agua/residuos/basura). Y, debido a que el proceso de digestión en los tanques de mantenimiento grandes 110 llevará aproximadamente veintidós días, se requerirá aproximadamente 630 toneladas métricas (~ 630 m<sup>3</sup>) de almacenamiento para permitir que se procese un ciclo continuo de residuos/basura a un ritmo de 6 toneladas métricas por día (30 toneladas métricas/día x 21 días/ciclo de digestión = 630 toneladas métricas/ciclo de digestión). Por tanto, se requerirían doce contenedores de digestión, teniendo cada uno cuatro tanques de mantenimiento pequeño de 1.800 litros y dos tanques de digestión grandes de 14.000 litros para digerir 30 toneladas métricas de mezcla de agua/residuos/basura en ese período de 21 días, como se ilustra en la Figura 8.

45 Esa solución de 6 toneladas por día se estima para crear 600 m<sup>3</sup> de biogás con 50-60 por ciento de metano. En dicho proceso de gran capacidad, se necesitaría proporcionar dos contenedores de almacenamiento de gas para almacenar ese biogás y al menos se necesitaría proporcionar dos contenedores de CHP para convertir ese biogás en calor y/o electricidad, como también se ilustra en la Figura 8. Preferentemente, se proporcionarán al menos tres motores de biogás 122 entre esos dos contenedores de CHP de modo que pueden usarse dos motores de biogás 122 para quemar el biogás y el tercero puede usarse como reserva.

También en esa configuración de 6 toneladas por día, se necesitarían dos contenedores de almacenamiento de licor para almacenar el agua gris retirada del agua/basura/residuos totalmente digerida después de que se complete la digestión anaeróbica. También puede proporcionarse un contenedor de almacenamiento de mantillo para almacenar el fertilizante sólido generado a partir del agua/basura/residuos totalmente digerida después de que se retire el agua gris. Estos contenedores adicionales también se ilustran en la Figura 8.

60 Cada uno de los contenedores de procesamiento, contenedores de digestión, contenedores de CHP, contenedores de almacenamiento de licor, contenedores de almacenamiento de gas y contenedores de almacenamiento de mantillo explicados anteriormente son preferentemente un contenedor estándar de 6 m (20 pies). Si se requiere una capacidad de procesamiento mayor, pueden usarse también contenedores de 12 m (40 pies). Y, si no son adecuados los contenedores de 12 m (40 pies), pueden usarse contenedores personalizados modulares para adaptarse a la capacidad requerida. Estos contenedores personalizados pueden ensamblarse en el sitio a partir de paneles de hormigón o metálicos aislados preformados. Los contenedores personalizados pueden construirse en una plataforma de hormigón que se vierte en el sitio mediante cableado o atornillado de paneles preformados

unidos. Los contenedores personalizados pueden ser cuadrados, pueden tener bordes redondeados, pueden tener un techo en cúpula o cualquier otra configuración adecuada.

Los tanques de mantenimiento grandes 112 pueden formarse de una forma sustancialmente similar si se requiere. A modo de ejemplo, si se desea procesar en un día 24 toneladas métricas de residuos/basura, pueden proporcionarse dos contenedores de procesamiento con tres tanques de mantenimiento grandes 112 personalizados formados como se ha descrito anteriormente —dos para almacenamiento de la mezcla de agua/residuos/basura durante el proceso de digestión y uno para mantener esa mezcla si/cuando tiene lugar un problema con uno de los otros tanques de mantenimiento grandes—.

Al hacer los contenedores de procesamiento, contenedores de digestión, contenedores de CHP, contenedores de licor, contenedores de almacenamiento de gas y contenedores de almacenamiento de mantillo de la presente invención modulares, un aparato REM 100 puede ponerse en conjunto a partir de estos contenedores para adaptarse a sustancialmente cualquier aplicación. Por tanto, en lugar de tener que construir una planta de tratamiento de residuos nueva y diferente para cada aplicación, el aparato REM 100 de la presente invención puede dimensionarse para adaptarse. Además, mediante la separación de los componentes 106-114 en los contenedores de procesamiento y los motores de biogás 122 en los contenedores de CHP de los tanques de mantenimiento pequeños 110, tanques de mantenimiento grandes 112 y tanques de almacenamiento de gas 120, se evita el peligro potencial de encender accidentalmente el biogás generado y/o almacenado en esos tanques.

#### D. Sumario

En sumario, la presente invención proporciona una solución novedosa a los problemas de desecho de residuos mientras proporciona una fuente de energía sostenible. Después de que se instale la presente invención, todo lo que el usuario necesita hacer es cargar sus residuos en el aparato y el sistema procesará los residuos para producir calor, biogás, electricidad y fertilizantes. Y después de solo unas pocas semanas de uso, el usuario tendrá un suministro continuo de electricidad. La presente invención proporciona al menos las siguientes ventajas: 1) genera electricidad a partir de basura de caballo durante todo el año; 2) convierte residuos sépticos en agua caliente y/o calor; 3) elimina el coste de desecho, montones antiestéticos de basura y sistemas sépticos olorosos; y 4) genera subproductos útiles, incluyendo fertilizantes sólidos y líquidos.

El aparato REM 100 es una planta automatizada que no requiere intervención excepto la alimentación diaria con basura/residuos. La realización de las Figuras 1A-1E es capaz de procesar 400 kg de basura/residuos (por ejemplo, materia prima) por día, que se digiere a lo largo de 15 días para producir aproximadamente 2.000 litros de biogás y un producto de mantillo pasteurizado que cumple o supera el protocolo de calidad PAS110. El agua gris, o licor, también cumple o supera ese protocolo de calidad. El aparato REM 100 también se diseña para procesar basura/residuos a temperaturas y tiempos dentro de los HACCP pertinentes y que cumple con la normativa EPA de Estados Unidos (por ejemplo, 40 C.F.R. 503.32). Como se ha tratado anteriormente, la ECU 118 se programa para controlar esas temperaturas y tiempos. Y se proporciona una separación apropiada de componentes 106-128 según se requiera para cumplir con la directiva ATEX de la Unión Europea y los DSEAR.

El aparato y método de la presente invención están particularmente adecuados para procesar residuos/basura tales como residuos orgánicos y sépticos, incluyendo pero sin limitarse a diversos tipos de estiércol animal de granja (por ejemplo, estiércol de caballos, vacas, cerdo y gallinas); carne, sangre y otros residuos de matadero; residuos verdes de jardinería y agrícolas; residuos de preparación de comida y cocinado; alimentos desperdiciados/sobrantes/desechados; y el contenido de tanques sépticos. Esa basura/residuos se digiere con una mezcla de bacterias en un proceso de digestión anaeróbico para producir biogás (por ejemplo, metano y dióxido de carbono) y lo que permanece de la basura/residuos después de ese proceso se separa en un mantillo seco y un fertilizante líquido. El biogás puede quemarse en una unidad de CHP para generar calor y energía eléctrica; el mantillo puede usarse como cama de animales; y el fertilizante líquido puede usarse para volver a ponerlo en el terreno para incrementar su contenido de nutrientes y fertilidad. Además, la electricidad en exceso generada con el CHP puede venderse a la red eléctrica.

En realizaciones modificadas, los mezcladores 138 pueden incluir dispositivos de agitación mecánica rotativa en lugar de boquillas de aire y el motor de biogás 122 puede ser un generador de biogás en lugar de un CHP.

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato de microgeneración de energía renovable (100) que comprende:  
uno o más contenedores portátiles (102) que comprenden:

una pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) configurados para realizar al menos uno de pasteurización y digestión anaeróbica termofílica en residuos,  
un segundo tanque de mantenimiento (112) que es mayor que cada una de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110), que está en comunicación de fluido con la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110), y que está configurado para realizar la digestión anaeróbica mesofílica en los residuos después de que se realice al menos uno de pasteurización y digestión anaeróbica termofílica en los residuos; y  
una unidad de deshidratación (114) en comunicación de fluido con el segundo tanque de mantenimiento (112) para secar lo restos de los residuos después de la digestión anaeróbica mesofílica en los residuos; y  
un controlador (118) para mover automáticamente los residuos entre la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110), el segundo tanque de mantenimiento (112), y la unidad de deshidratación (114) según sea necesario para facilitar la digestión anaeróbica mesofílica en el segundo tanque de mantenimiento (112), donde uno o más contenedores portátiles (102) están configurados para ser transportados a un sitio y colocados en comunicación de fluido entre sí en el sitio.

2. Un aparato de microgeneración de energía renovable de acuerdo con la reivindicación 1, donde:

el controlador (118) está configurado para mover los residuos a la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) y el segundo tanque de mantenimiento (112) en modo por lotes; y  
el controlador (118) se configura en el modo por lotes para:

mover una primera carga de residuos a uno de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) mientras que al menos uno de pasteurización y digestión anaeróbica termofílica se está realizando en una segunda carga de residuos en otra de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110);  
mover la segunda carga de residuos desde el otro de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) al segundo tanque de mantenimiento (112) después de que se realice al menos uno de pasteurización y digestión anaeróbica termofílica en la segunda carga de residuos;  
mover una tercera carga de residuos al otro de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) mientras que al menos uno de pasteurización y digestión anaeróbica termofílica se está realizando en la primera carga de residuos en uno de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110); y mover la primera carga de residuos desde el uno de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) al segundo tanque de mantenimiento (112) después de que se realice al menos uno de pasteurización y digestión anaeróbica termofílica en la primera carga de residuos.

3. Un aparato de microgeneración de energía renovable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde cada uno de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) está configurado para realizar al menos uno de pasteurización y digestión anaeróbica termofílica con al menos uno de un calentador (160) e insectos.

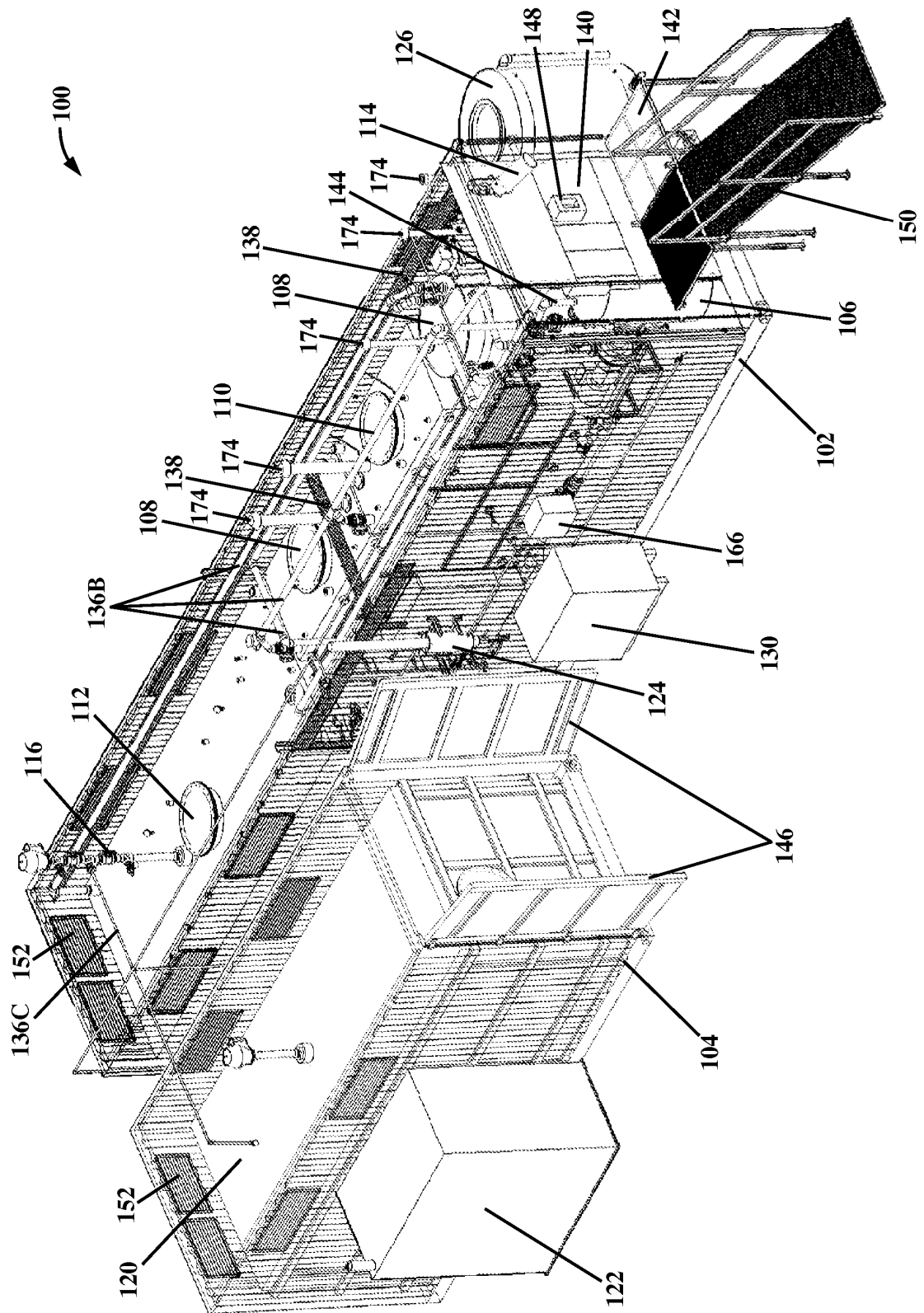
4. Un aparato de microgeneración de energía renovable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde al menos uno de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) y el segundo tanque de mantenimiento (112) está configurado para agitar los residuos dispuestos en el mismo con un mezclador de gas (158).

5. Un aparato de microgeneración de energía renovable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde cada uno de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) y el segundo tanque de mantenimiento (112) comprenden al menos un sensor de nivel (LS) y al menos un sensor de temperatura (TS), donde el controlador (118) está configurado para mover automáticamente los residuos entre la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110), el segundo tanque de mantenimiento (112), y la unidad de deshidratación (114):

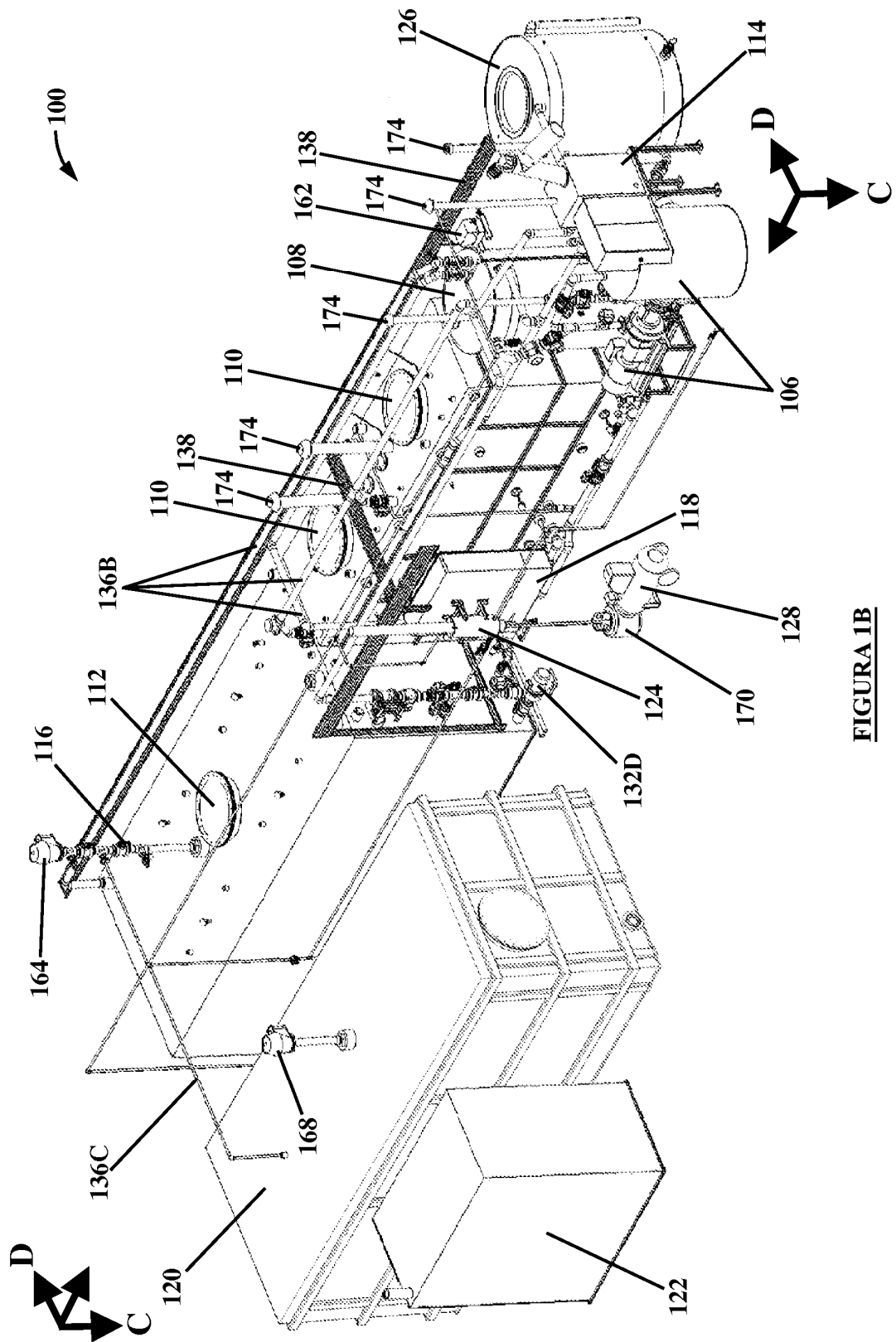
mover los residuos a uno de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) hasta que el sensor de al menos un nivel (LS) en ese primer depósito de mantenimiento (110) indique que se dispone un volumen predeterminado de residuos en ese primer tanque de mantenimiento (110);  
mover los residuos desde el de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) al segundo tanque de mantenimiento (112) después de que al menos el sensor de temperatura (TS) de ese primer tanque (110) indique que los residuos dispuestos en ese primer tanque de mantenimiento (110) han estado dentro de un intervalo de temperatura predeterminado durante un período de tiempo predeterminado; y  
mover los residuos desde el segundo tanque de mantenimiento (112) a la unidad de deshidratación (114) después de que al menos el sensor de temperatura (TS) de ese primer tanque (112) indique que los residuos dispuestos en el segundo tanque de mantenimiento (112) han estado dentro de un intervalo de temperatura predeterminado durante un período de tiempo predeterminado.

6. Un aparato de microgeneración de energía renovable de acuerdo con la reivindicación 5, donde el controlador (118) está configurado además para mover automáticamente los residuos entre la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110), el segundo tanque de mantenimiento (112), y la unidad de deshidratación (114) al impedir que los residuos se trasladen del de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) al segundo tanque de mantenimiento (112) cuando el sensor de al menos un nivel (LS) en el segundo tanque de mantenimiento (112) indica que se elimina un volumen predeterminado de residuos en el segundo tanque de mantenimiento (112).
7. Un aparato de microgeneración de energía renovable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, además, comprende un depurador de gas en comunicación de fluido con el segundo tanque de mantenimiento (112) que está configurado para tratar el gas generado por la digestión anaeróbica mesofílica de modo que el gas pueda quemarse como combustible.
8. Un método de microgeneración de energía renovable que comprende las etapas de:
- transportar uno o más contenedores portátiles (102) y un controlador (118) a un sitio, comprendiendo uno o más contenedores portátiles (102) una pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110), un segundo tanque de mantenimiento (112), y una unidad de deshidratación (114); realizar al menos uno de pasteurización y digestión anaeróbica termofílica en los residuos con la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110);
- realizar la digestión anaeróbica mesofílica en los residuos con el segundo tanque de mantenimiento (112) después de que al menos uno de pasteurización y digestión anaeróbica termofílica se realiza con la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110), siendo el segundo tanque de mantenimiento (112) mayor que cada una de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110); y automatizar el flujo de los residuos entre la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110), el segundo tanque de mantenimiento (112), y la unidad de deshidratación (114) con el controlador (118) según sea necesario para facilitar la digestión anaeróbica mesofílica en el segundo tanque de mantenimiento (112).
9. El método de la reivindicación 8, además, comprende la etapa de secado de lo que queda de los residuos con la unidad de deshidratación (114) después de la digestión anaeróbica mesofílica se realiza en los residuos.
10. El método de la reivindicación 8 o la reivindicación 9, donde la etapa de automatizar el flujo de los residuos entre la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110), el segundo tanque de mantenimiento (112), y la unidad de deshidratación (114) con el controlador (118) comprende las etapas de: mover una primera carga de residuos a uno de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) mientras que al menos uno de pasteurización y digestión anaeróbica termofílica se está realizando en una segunda carga de residuos en otra de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110);
- mover la segunda carga de residuos desde el otro de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) al segundo tanque de mantenimiento (112) después de que se realice al menos uno de pasteurización y digestión anaeróbica termofílica en la segunda carga de residuos;
- mover una tercera carga de residuos al otro de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) mientras que al menos uno de pasteurización y digestión anaeróbica termofílica se está realizando en la primera carga de residuos en uno de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110); y mover la primera carga de residuos desde el uno de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) al segundo tanque de mantenimiento (112) después de que se realice al menos uno de pasteurización y digestión anaeróbica termofílica en la primera carga de residuos.
11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, donde la etapa de realizar al menos uno de pasteurización y digestión anaeróbica termofílica con la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) se realiza con al menos uno de un calentador (160) e insectos.
12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, además, comprende la etapa de agitación de los residuos dispuestos en al menos uno de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) y el segundo tanque de mantenimiento (112) con un mezclador de gas (158).
13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, donde:
- la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) y el segundo tanque de mantenimiento (112) comprenden al menos un sensor de nivel (LS) y al menos un sensor de temperatura (TS); y
- la etapa de automatizar el flujo de los residuos entre la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110), el segundo tanque de mantenimiento (112), y la unidad de deshidratación (114) con el controlador (118) comprende las etapas de:
- mover los residuos a uno de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) hasta que el sensor de al menos un nivel (LS) en ese primer depósito de mantenimiento (110) indique que se dispone un volumen predeterminado de residuos en ese primer tanque de mantenimiento (110);

- 5 mover los residuos desde el de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) al segundo tanque de mantenimiento (112) después de al menos que el sensor de temperatura (TS) de ese primer tanque (110) indique que los residuos dispuestos en ese primer tanque de mantenimiento (110) han estado dentro de un intervalo de temperatura predeterminado durante un período de tiempo predeterminado; y
- 10 mover los residuos desde el segundo tanque de mantenimiento (112) a la unidad de deshidratación (114) después de que al menos el sensor de temperatura (TS) de ese primer tanque (112) indique que los residuos dispuestos en el segundo tanque de mantenimiento (112) han estado dentro de un intervalo de temperatura predeterminado durante un período de tiempo predeterminado.
- 15 14. El método de la reivindicación 13, donde la etapa de automatizar el flujo de los residuos entre la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110), el segundo tanque de mantenimiento (112), y la unidad de deshidratación (114) con el controlador (118) comprende además las etapas de impedir que los residuos se trasladen del de la pluralidad de los primeros tanques de mantenimiento (110) al segundo tanque de mantenimiento (112) cuando el sensor de al menos un nivel (LS) en el segundo tanque de mantenimiento (112) indica que se elimina un volumen predeterminado de residuos en el segundo tanque de mantenimiento (112).



**FIGURA 1A**



**FIGURA 1B**

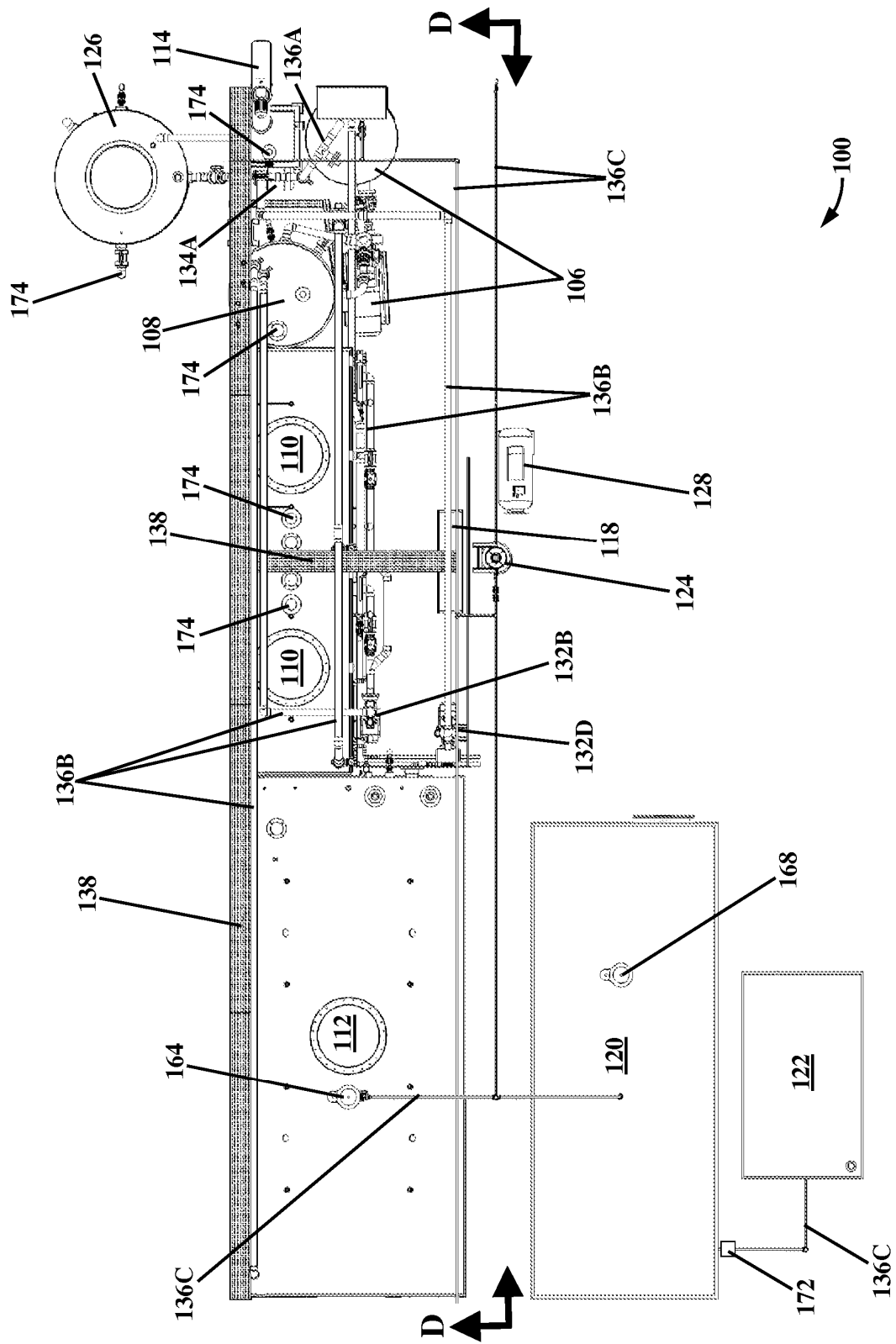


FIGURE 1C

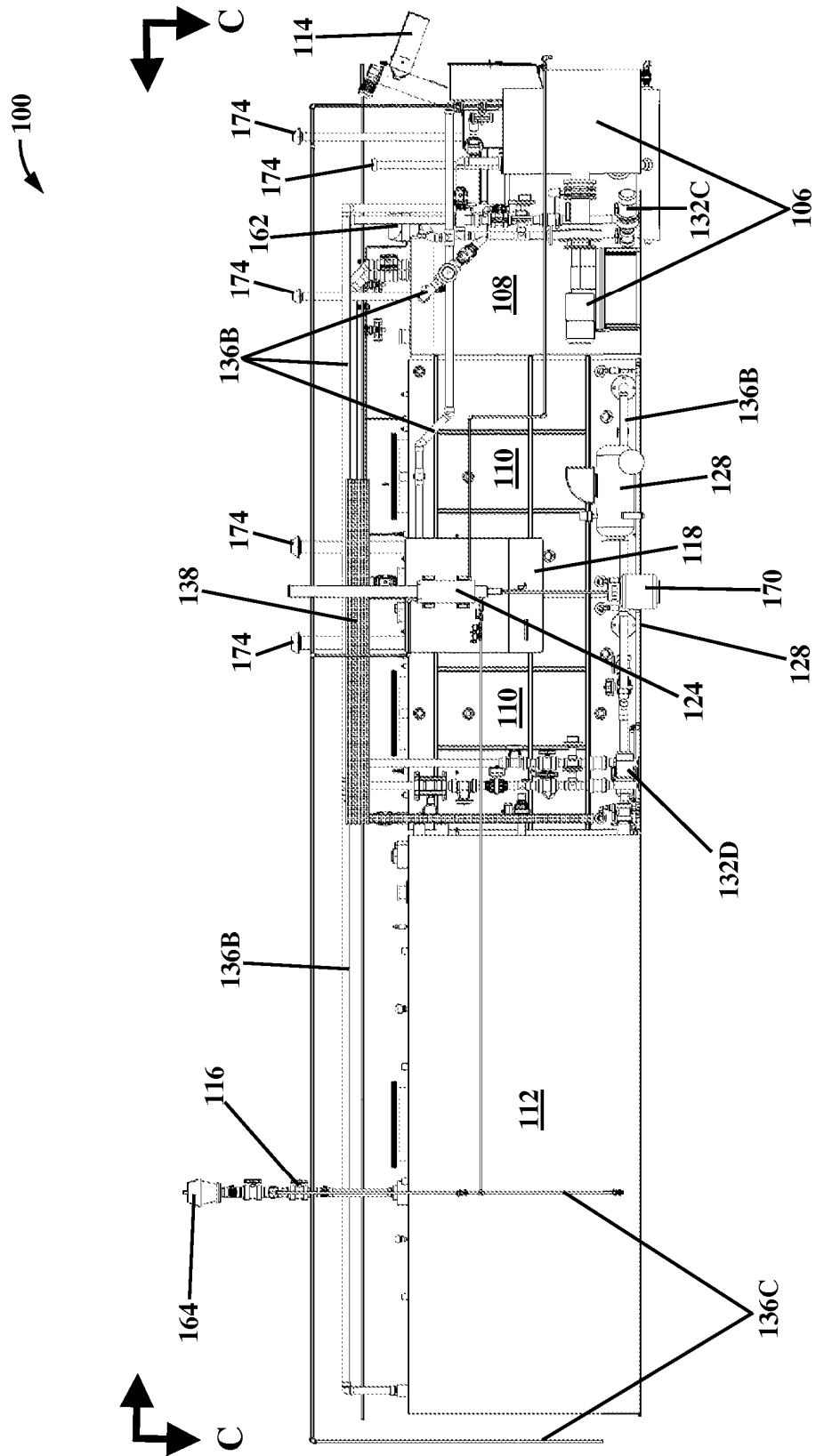


FIGURA 1D

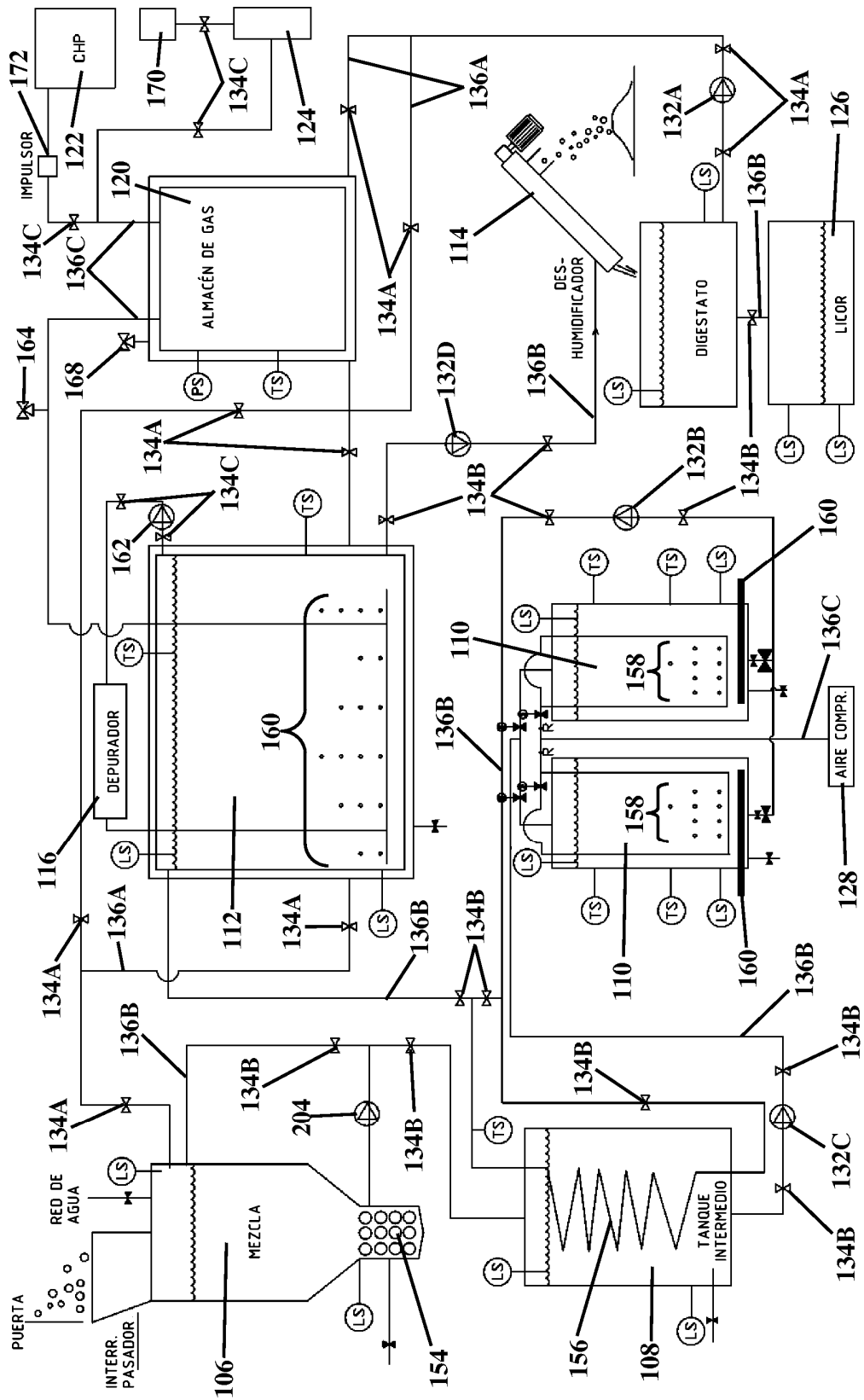
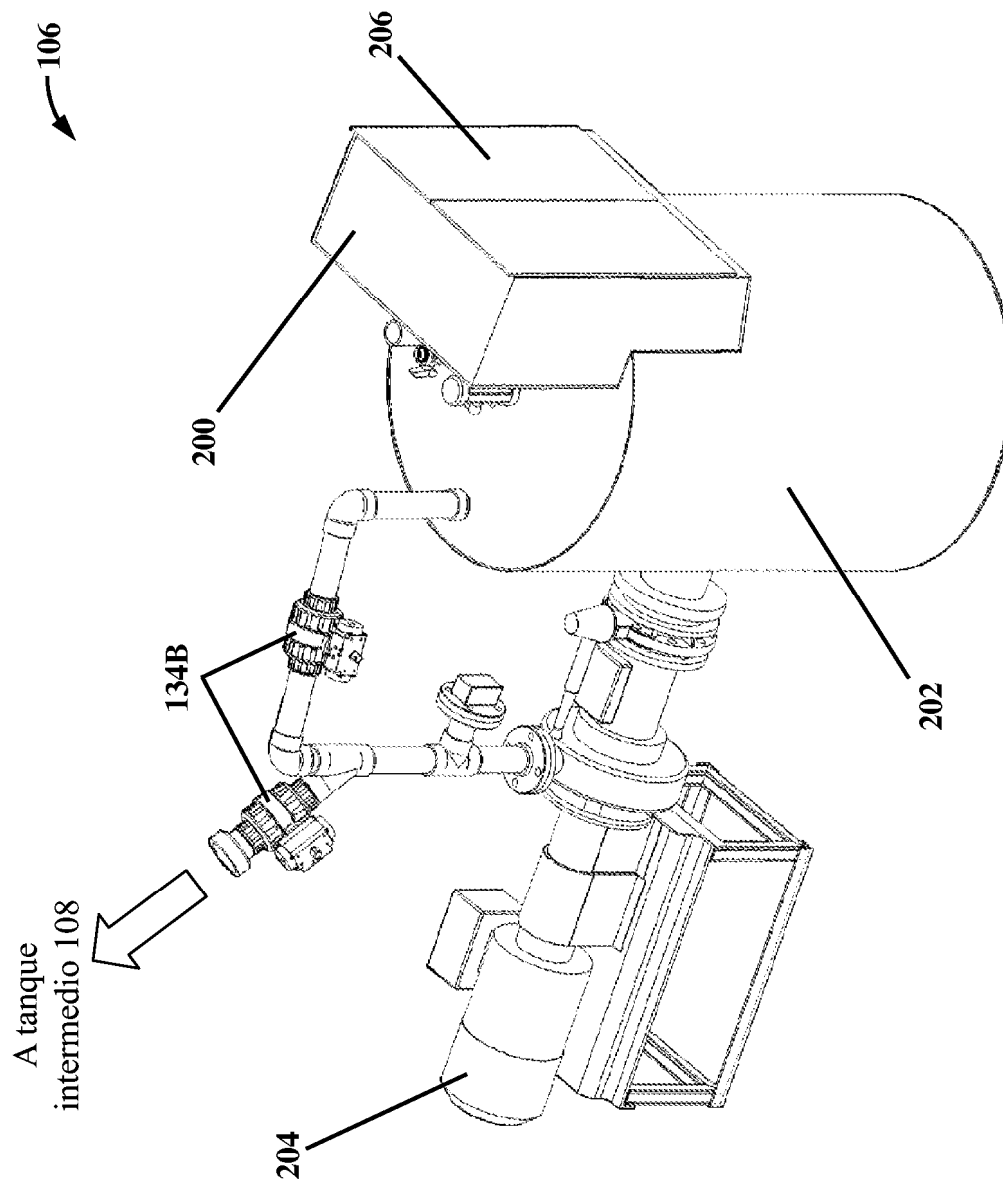
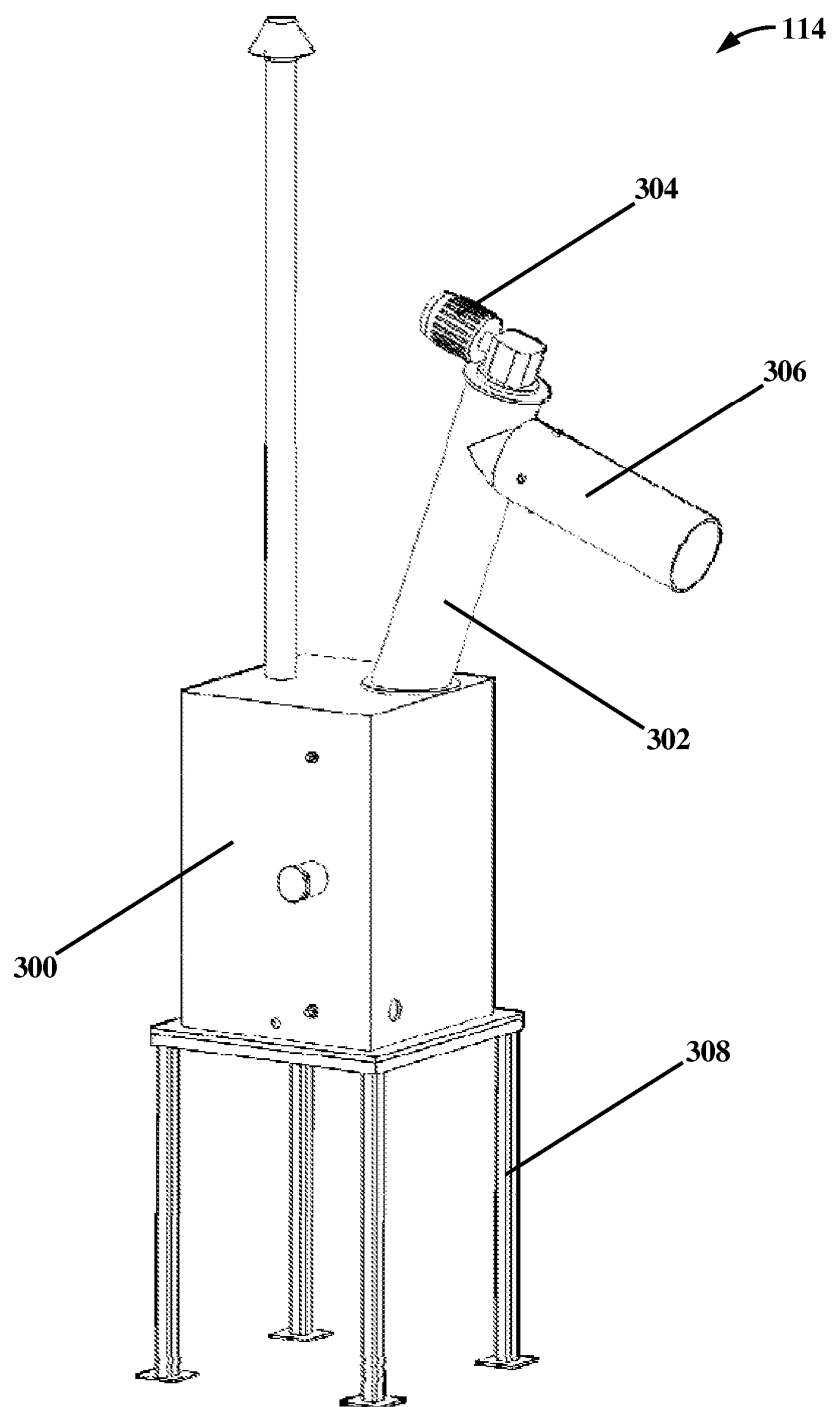
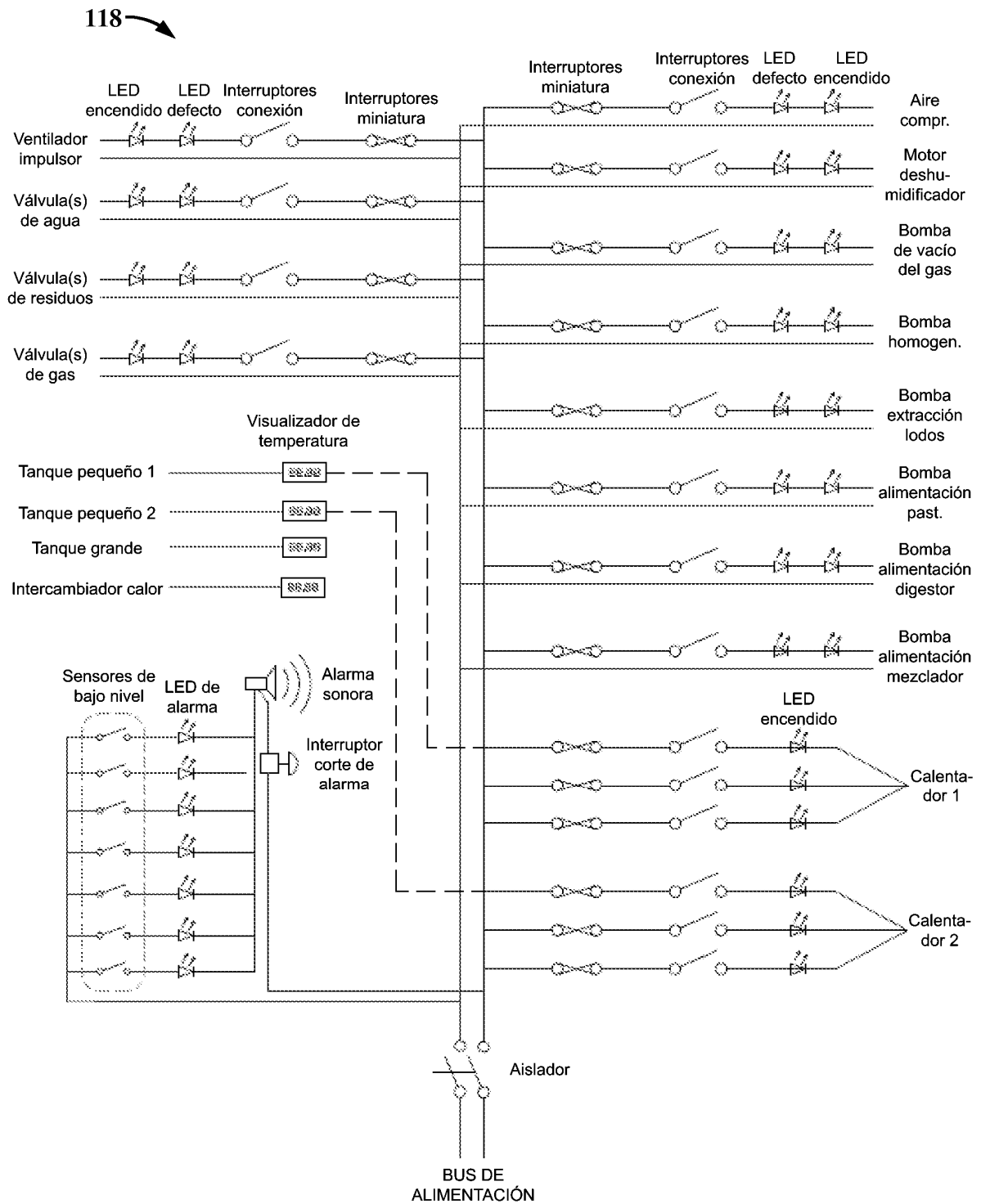


FIGURA 1E



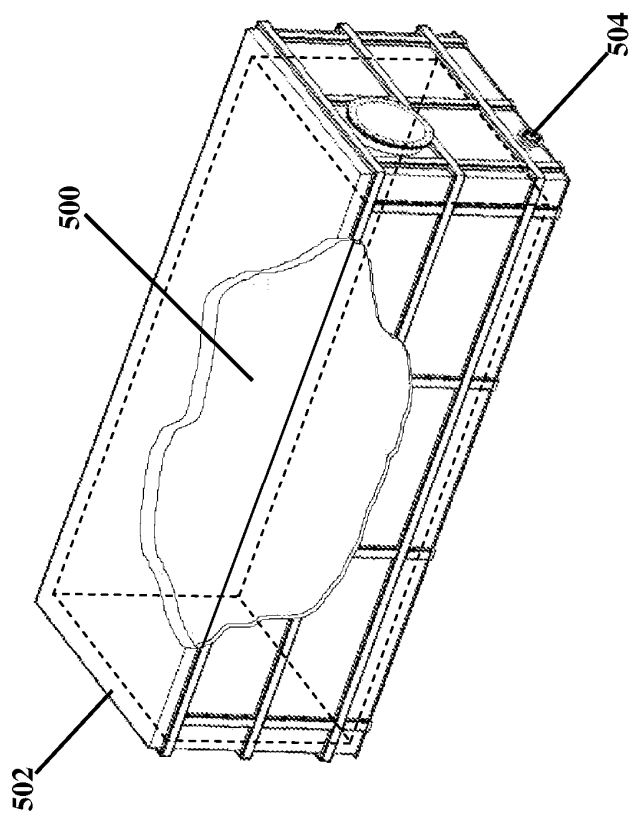


**FIGURA 3**

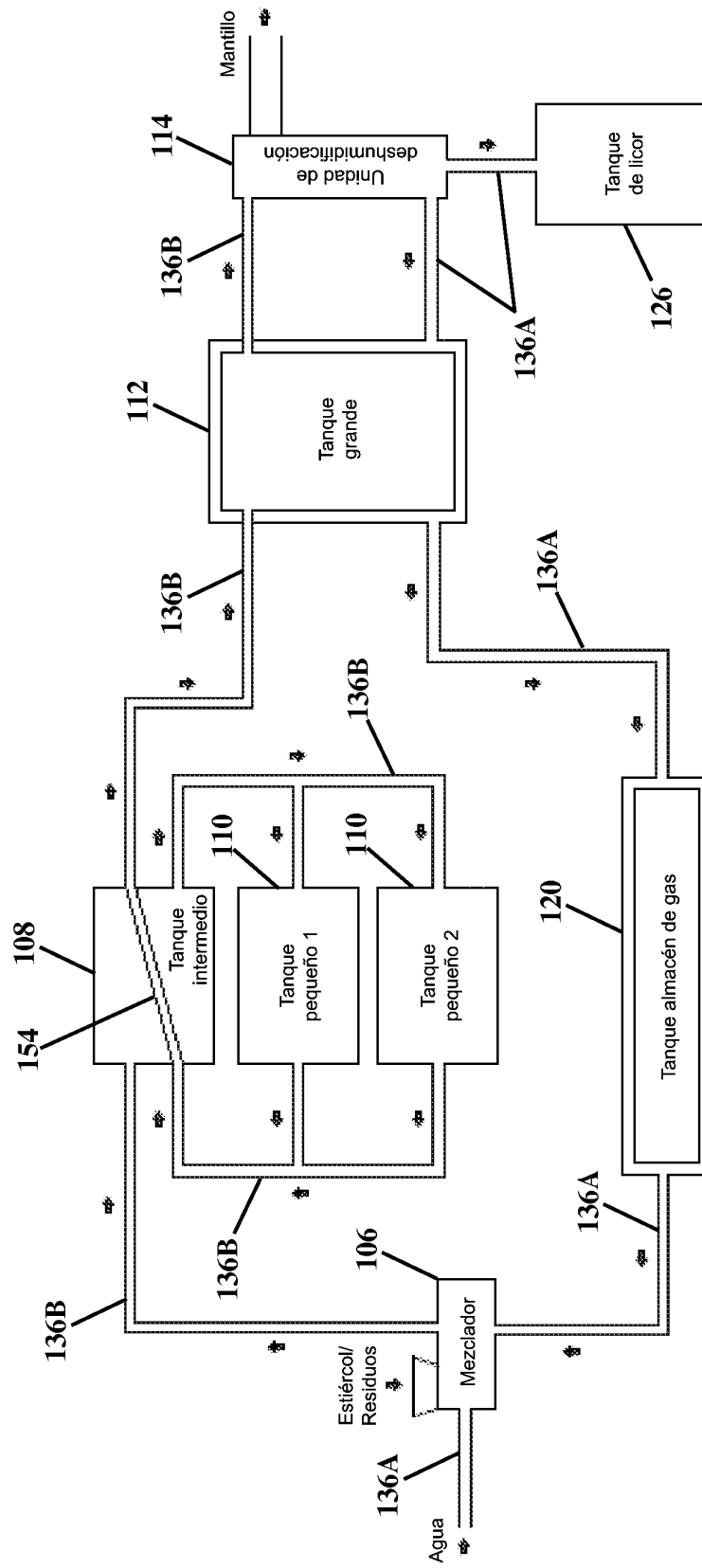


**FIGURA 4**

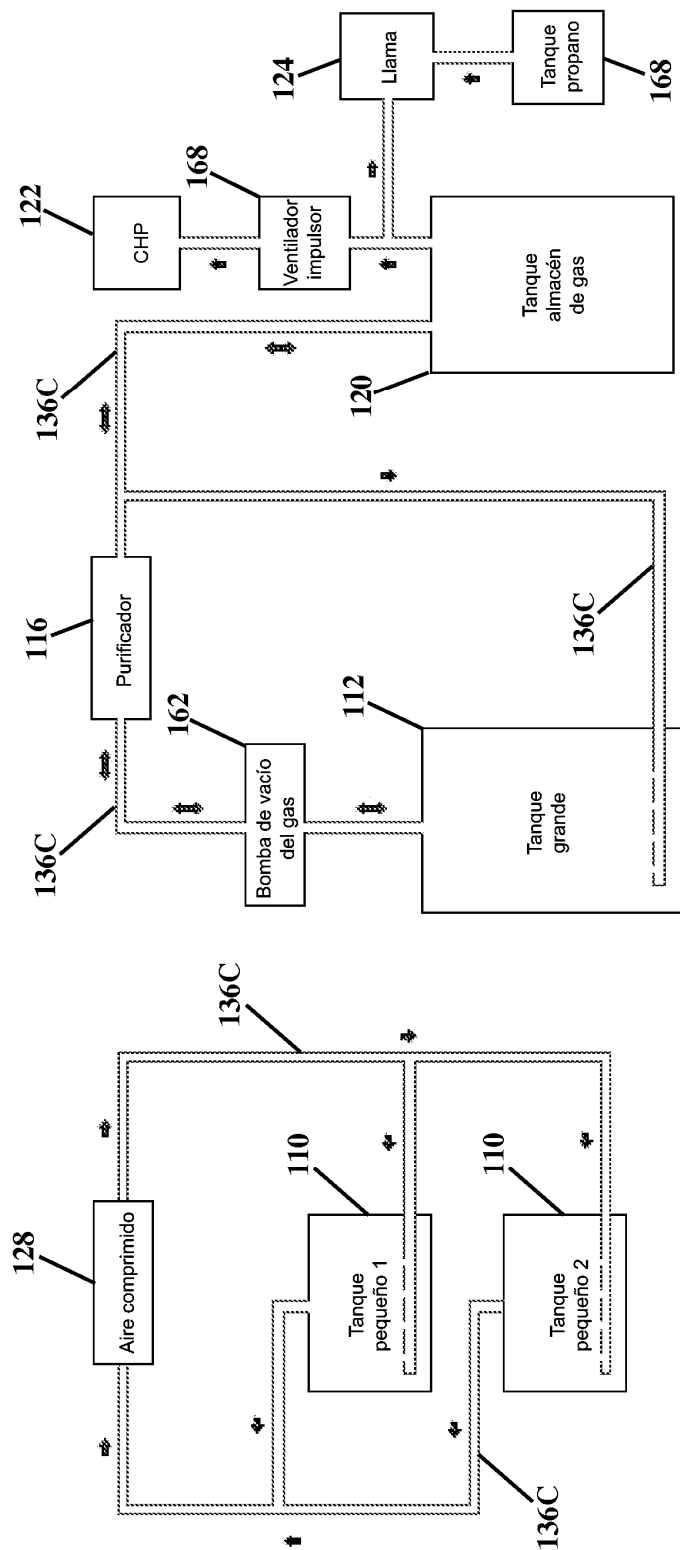
120



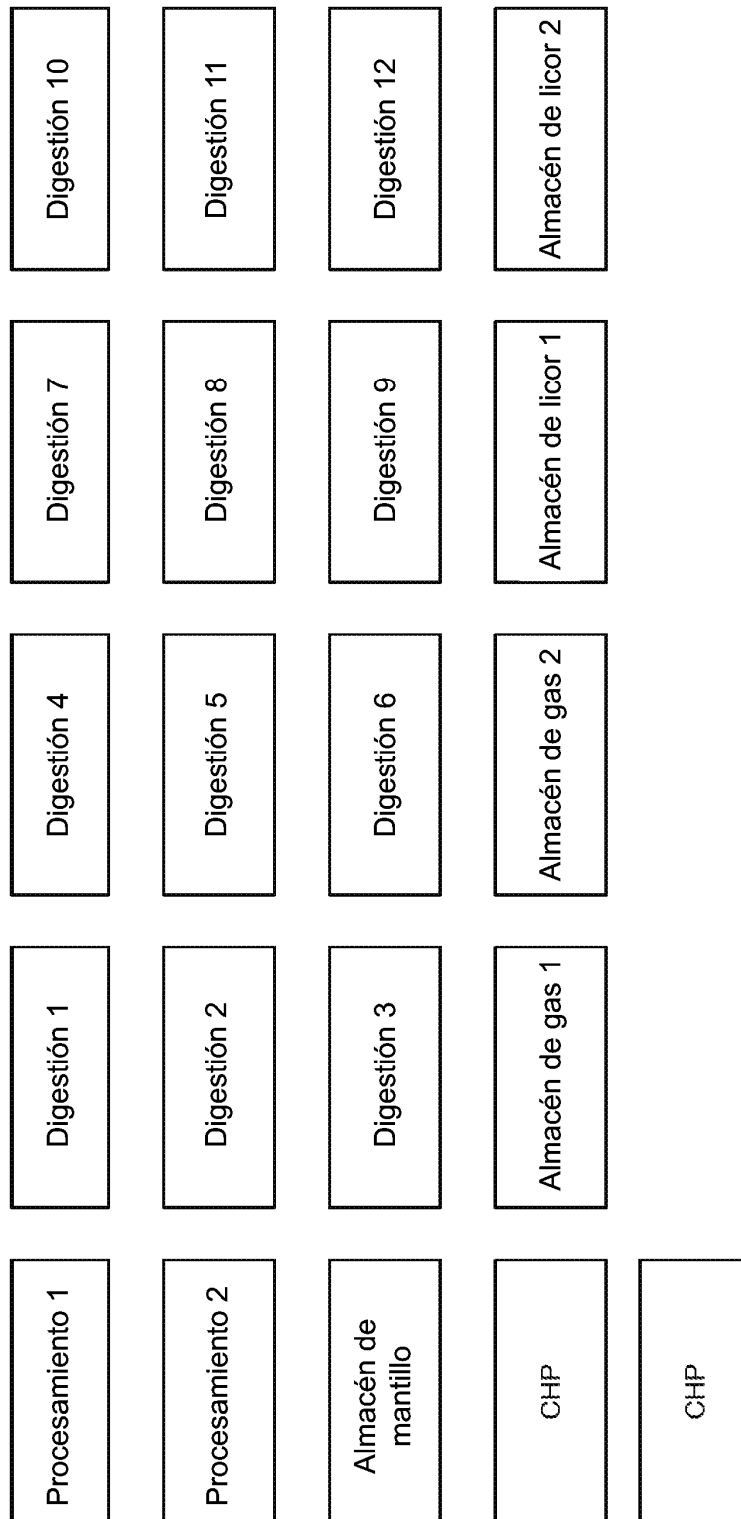
**FIGURA 5**



**FIGURA 6**



**FIGURA 7**



**FIGURA 8**