

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 463**

51 Int. Cl.:

**C02F 9/00** (2006.01)

**F02C 6/18** (2006.01)

**C02F 1/02** (2006.01)

**C02F 1/28** (2006.01)

**C02F 1/44** (2006.01)

**C02F 1/52** (2006.01)

**C02F 11/06** (2006.01)

**C02F 11/12** (2006.01)

**C02F 1/50** (2006.01)

**C02F 11/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.10.2007 PCT/NZ2007/000297**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.04.2008 WO08044945**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2007 E 07860942 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2086887**

54 Título: **Sistema de servicios integrados**

30 Prioridad:  
**09.10.2006 AU 2006905601 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.09.2017**

73 Titular/es:  
**MONCRIEFF, IAN (100.0%)  
Renwick Marlborough P.O. Box 84  
Blenheim 7423, NZ**

72 Inventor/es:  
**MONCRIEFF, IAN y  
BRIDLE, TREVOR REDVERS**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 633 463 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 de servicios integrados

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a un sistema de servicios integrados. Más particularmente, el sistema de servicios integrados de la presente invención está destinado a reciclar energía residual para el tratamiento de aguas residuales a una calidad que permita combinarla con un suministro de agua existente y reutilizarla.

**Técnica anterior**

10 Las propiedades domésticas y no domésticas requieren servicios públicos tales como electricidad, agua, calefacción de agua y alcantarillado. La mayoría de las propiedades dependen de la conexión a los servicios reticulados, que no pueden estar disponibles para todos los posibles lugares de construcción, especialmente aquellos más allá de los centros urbanos. La infraestructura para la prestación de tales servicios no puede satisfacer la creciente demanda, ni puede continuar ampliándose de manera infinita. Además, proporcionar estos servicios a ubicaciones remotas es ineficiente y costoso. Además, la provisión de servicios públicos de plantas centralizadas también puede ser vulnerable a la interrupción por desastres naturales y fallos en la infraestructura. Los daños a una planta centralizada pueden tener potencialmente un impacto significativo para una gran parte de una población si están todos interconectados a la misma planta.

**Suministro de energía**

20 El suministro de energía convencional proviene de centrales de generación de energía a gran escala centralizadas, con la electricidad reticulada a los centros de población a través de redes de transmisión y distribución. La demanda de energía aumenta continuamente, lo que requiere mayor capacidad para esta infraestructura intensiva capital. Los requisitos de planificación a largo plazo se basan en proyecciones estimadas y se eliminan de la toma de decisiones a nivel local, donde típicamente se genera el impulso para el crecimiento de la capacidad.

25 Además, cumplir con los niveles de demanda máxima a corto plazo a menudo tiene un costo marginal alto. Los contratos de suministro de energía al usuario están siendo ponderados más a los cargos de línea fija que sobre los cargos de consumo variable, con el fin de proporcionar certidumbre en la inversión en la generación de energía y en la capacidad de la red de transmisión. Esta relación indirecta entre la oferta y el consumo disminuye el incentivo para la eficiencia energética a nivel de usuario.

30 La mayor parte de la generación de energía recae en la energía térmica alimentada con combustibles fósiles, que conlleva la consecuencia de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los biocombustibles generalmente no son competitivos para la generación de energía centralizada a gran escala, y las alternativas renovables son menos manejables y están menos desarrolladas y no se puede confiar para la generación de la carga base.

35 La generación de energía in situ es una alternativa establecida desde hace mucho tiempo, que utiliza generadores motorizados. Estos son típicamente poco sofisticados en su rendimiento, en la gestión del uso y son generalmente una opción de último recurso. Están surgiendo mejoras, como el motor de Stirling y los sistemas de turbinas de gas de tamaño familiar, invariablemente alimentados con combustibles fósiles, que pueden proporcionar calor y energía combinados a la propiedad si se configuran adecuadamente. Además, ninguno de estos sistemas de generación de energía ha sido diseñado para interactuar con sistemas domésticos de agua y aguas residuales con el propósito de desinfectar y recircular el agua al hogar.

40 Los sistemas de energía solar y eólica para viviendas individuales también se están volviendo populares y son opciones aceptables para la captura/generación de energía de baja intensidad. Sin embargo, no hay garantía de continuidad en el suministro o en la coincidencia con la demanda utilizando estos sistemas, ni se pueden proporcionar económicamente para alta potencia y picos de demanda de carga.

**Tratamiento de aguas residuales**

45 El tratamiento centralizado de las aguas residuales, en el que cada propiedad se conecta al sistema de alcantarillado para su transporte a una gran planta centralizada de tratamiento de aguas residuales ("EDAR"), es relativamente común en la mayoría de los centros urbanos. Se utilizan diversos procedimientos de tratamiento para tratar aguas residuales, siendo los métodos predominantes los procesos biológicos, más particularmente los procesos de lodos activados.

50 Hasta hace poco, la mayoría de los efluentes de aguas residuales tratadas se descargaban en las aguas receptoras locales o en el océano. Más recientemente ha habido una tendencia a añadir procesos de tratamiento terciario al proceso básico de lodos activados para mejorar la calidad de los efluentes y permitir la reutilización indirecta del efluente a través de inyección subterránea en acuíferos o reciclar a presas que se utilizan como fuente de agua potable.

5 El exceso de lodo de las grandes EDAR centralizadas suele desecarse mecánicamente y luego se desecha en rellenos sanitarios o se utiliza en la agricultura como suplemento de fertilizante. En las zonas urbanas altamente pobladas, los lodos excedentes a menudo se incineran como la opción de eliminación preferida. Hoy en día, la mayoría de las grandes EDAR centralizadas producen dos descargas adversas al medio ambiente, es decir, el efluente tratado y el exceso de lodo. Los procesos de tratamiento y eliminación de aguas residuales y lodos son generadores bastante significativos de gases de efecto invernadero, en particular el dióxido de carbono y el metano, que se generan en el tiempo a partir de lodos que se aplican en tierra o se depositan en vertederos.

10 El tratamiento centralizado de las aguas residuales es caro y la instalación de sistemas de reticulación se está convirtiendo en una limitación en los nuevos desarrollos urbanos. Con la aparición de procesos de tratamiento de confianza basados en membranas, existe ahora una tendencia mundial hacia sistemas de tratamiento de aguas residuales más descentralizados.

15 El proceso más común de tratamiento de aguas residuales de viviendas individuales es el sistema de fosas sépticas. Esto no implica componentes mecánicos, pero requiere grandes recipientes para el tratamiento biológico crudo de las aguas residuales y la retención del lodo, que normalmente se bombea aproximadamente una vez cada 5 años aproximadamente, para la eliminación en vertederos en otra parte. El efluente de los tanques sépticos es típicamente sub-superficial irrigado en un sistema de drenaje francés con las aguas residuales que, a menudo en última instancia, la descarga a las aguas receptoras. En muchas partes del mundo, estas descargas han causado graves impactos ambientales en las aguas receptoras, principalmente por eutrofización del cuerpo de agua a partir de los nutrientes asociados con las aguas residuales.

20 Para superar algunos de estos problemas a menudo se proporcionan unidades de tratamiento aeróbico ("UTAs"). Se trata de pequeñas unidades de tratamiento biolómecánico que proporcionan un nivel más alto de tratamiento de aguas residuales que las fosas sépticas, pero todavía dependen de la eliminación de los efluentes contaminados al medio ambiente, llegando a menudo a cuerpos de agua sensibles. Estas UTAs requieren mantenimiento rutinario y control para asegurar que están trabajando para las especificaciones de diseño y generalmente involucran grandes requerimientos de tanques, típicamente del orden de muchos miles de litros. También hay preocupación por las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente el metano de cualquier digestión anaeróbica no controlada.

25 La eficiencia en el funcionamiento de los procesos biológicos comunes a todos estos sistemas de tratamiento puede ser altamente sensible a sus condiciones de mantenimiento y funcionamiento, y especialmente a cargas excesivas de productos químicos domésticos comúnmente utilizados.

30 En ambientes ecológicos sensibles, la eliminación de aguas residuales tratadas a cuerpos de agua locales, a menudo a través de la percolación a través del suelo, no es aceptable. Por lo tanto, existe la necesidad de un proceso de tratamiento de aguas residuales fiable y robusto, para aplicaciones de una sola vivienda, donde las aguas residuales se puedan tratar a un nivel que permita su reutilización y, por lo tanto, eliminar cualquier descarga adversa al medio ambiente. Es necesario que esto se logre a un costo moderado.

35 La falta de conexión posible con los sistemas centralizados de tratamiento de aguas residuales es a menudo la principal limitación de la aprobación de la autoridad local para liberar tierras rurales para el desarrollo residencial, especialmente en sitios aislados.

### **Conservación del agua**

40 Una creciente preocupación mundial es el suministro finito de agua, con la creciente demanda de una oferta limitada, tal como se extrae del entorno natural local. Las urbanizaciones convencionales esperan estar conectadas a una red de suministro reticulado, todas ellas necesariamente tratadas con una calidad potable, aunque, sólo una pequeña proporción del agua se utiliza realmente para fines de consumo.

45 Aquellas ubicados fuera de las áreas urbanas pueden no tener acceso a los suministros de agua principales. Esto puede requerirles que la tomen de un curso de agua natural, o de un acuífero, o confiar en el agua de lluvia recogida del techo. Además de las limitaciones de ubicación, cada opción plantea problemas de calidad y cantidad para asegurar la continuidad del suministro. La conservación del agua se puede llevar a cabo con instalaciones diseñadas específicamente para la economía en uso, pero no existe ningún método para el reciclaje in situ de aguas residuales negras como medio para reducir el consumo neto.

50 La Patente de EEUU 4.052.858 describe la utilización de una corriente de calor residual a partir de una fuente de energía para esterilizar agua. Sin embargo, el método proporcionado en este documento no proporciona los medios para la esterilización in situ de las aguas residuales a calidad de "agua blanca", y su posterior reintegración con un suministro primario de agua. Además, este documento no describe la separación y tratamiento de lodos o la utilización de calor residual para el agua, la calefacción de espacios o edificios.

55 Otro estado de la técnica relevante incluye los documentos JP 2005 169 184, KR 2006 009 5273, WO 2005/033023 y ES 2 151 811.

Es decir, los sistemas de tratamiento de aguas residuales de la técnica anterior no describen un sistema totalmente integrados que proporcione la recirculación in situ y la reutilización de agua y energía.

5 El sistema de servicios integrados de la presente invención tiene como un objetivo de la misma superar sustancialmente los problemas antes mencionados de la técnica anterior o al menos proporcionar una alternativa útil a la misma.

La discusión de la técnica anterior se incluye exclusivamente con el propósito de proporcionar un contexto para la presente invención. Debería apreciarse que la discusión no es un reconocimiento o admisión de que cualquiera de los materiales mencionados era un conocimiento general común en el campo relevante para la presente invención en Australia o en otro lugar antes de la fecha de prioridad.

10 A lo largo de la memoria descriptiva, a menos que el contexto lo exija de otro modo, la palabra "comprender" o variaciones tales como "comprende" o "comprensión", se entenderá que implica la inclusión de un entero o grupo de enteros declarados, pero no la exclusión de cualquier otro entero o grupo de enteros.

### **Descripción de la invención**

Según la presente invención, se proporciona un sistema de servicios integrados in situ según la reivindicación 1.

15 Preferiblemente, el agua tratada del sistema de tratamiento de aguas residuales puede utilizarse para su reutilización in situ además de en un suministro de agua primario.

20 Más preferiblemente, la fuente de energía comprende uno o más de un motor de combustión o una pila de combustible. Cuando la fuente de energía es un motor de combustión, puede comprender, por ejemplo, uno o más de un ciclo diesel, un motor alternativo de ciclo Otto, un ciclo Stirling o una mini turbina de gas. Preferiblemente, la fuente de energía es agua o líquido enfriado para permitir que la energía residual sea canalizada al sistema de suministro de agua y de tratamiento de aguas residuales.

Todavía preferiblemente, la fuente de energía comprende además un dispositivo de almacenamiento de energía, por ejemplo una batería, para permitir que se suministre un nivel base de energía sin necesidad de que funcione la fuente de energía, o para proporcionar energía suplementaria durante los períodos de demanda de pico.

25 Todavía más preferiblemente, la fuente de energía se acopla con fuentes de energía suplementarias alternativas, por ejemplo generadores solares y eólicos, para minimizar el consumo de combustible y la carga en la fuente de energía y reducir el impacto ambiental.

El exceso de energía generado por la fuente de energía y no utilizado por la instalación o en los sistemas de tratamiento de aguas residuales o sólidos se almacena preferiblemente en el dispositivo de almacenamiento.

30 La fuente de combustible para la fuente de energía preferiblemente comprende cualquier medio de energía química que sea adecuado para el dispositivo de suministro de energía.

Más preferiblemente, la fuente de combustible para la fuente de alimentación, al menos parcialmente, comprende cualquiera de biocombustible o de hidrógeno.

35 Preferiblemente, la fuente de energía se acopla con un sistema de calefacción para un edificio o propiedad, que incluyen calentamiento de agua.

La fuente de energía está diseñada también preferiblemente para suministrar la tensión y la frecuencia requeridos dependiendo del país particular para el cual está en uso.

El funcionamiento de la fuente de energía está preferiblemente regulado mediante un sistema informatizado de control, supervisión y adquisición de datos ("SCADA").

40 El funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales está preferiblemente regulado por el sistema SCADA.

El SCADA está conectado preferiblemente por telemetría a una función de soporte de servicio centralizada para el control remoto del rendimiento, la fiabilidad y el diagnóstico de fallos.

45 Preferiblemente, la fuente de energía puede funcionar con una carga de generador cero en el caso de que se requiera producir específicamente energía residual para el sistema de suministro de agua o de tratamiento de aguas residuales.

Todavía preferiblemente, la fuente de energía comprende también una fuente de energía auxiliar para proporcionar calentamiento y/o electricidad adicionales durante los períodos de demanda de pico.

50 Al suministro de agua primaria se accede preferiblemente desde una conexión de suministro de reticulación, suministrada por una cisterna o recogida como agua de lluvia en una instalación de almacenamiento in situ, y es de

## ES 2 633 463 T3

calidad potable. Donde el suministro primario de agua no es de una calidad potable, el suministro de agua primario es preferiblemente circulado a través del sistema de tratamiento de aguas residuales para tratar el suministro de agua primario a la calidad potable.

5 Preferiblemente, la fase acuosa se somete a una etapa de pretratamiento antes de la unidad de esterilización, para maximizar la eliminación de sólidos, lo que resulta en una fase de lodo secundaria.

Preferiblemente, la fase de lodo secundario se recircula de nuevo a la unidad de deshidratación.

Preferiblemente, se proporciona un depósito de retención después de la unidad de deshidratación para regular cualquier caudal de tratamiento de lote descendente.

10 Preferiblemente, la unidad de maceración está provista de tamices antes de la etapa de sedimentación para ayudar a la eliminación de sólidos gruesos, en la que los sólidos gruesos pueden comprender uno o más sólidos bioactivos o sólidos no orgánicos.

Preferiblemente, la unidad de deshidratación comprende uno o más de un decantador y un espesante, una prensa mecánica de tornillo, un clarificador, una centrífuga de decantación y/o la adición química para mejorar la separación de fases.

15 Todavía preferiblemente, el contenido en sólidos del lodo resultante de la unidad de espesamiento es al menos aproximadamente del 8%.

Todavía más preferiblemente, la energía residual para la unidad de combustión de lodo se puede suplementar mediante la combustión de combustible auxiliar a partir de una corriente de combustible suministrada a la fuente de energía.

20 La fase de lodo y el procesamiento de la fase acuosa se realizan preferiblemente en modo discontinuo cuando la fuente de energía está en funcionamiento y bajo el control del sistema SCADA.

Preferiblemente, se anexa o se incorpora un incinerador de sólidos separado dentro de la unidad de combustión de lodo para la destrucción y esterilización de los sólidos gruesos cribados antes de la etapa de sedimentación y/u otro material de desecho que normalmente se eliminaría a través de la recolección de basura.

25 La unidad de combustión del incinerador de sólidos y/o de lodo incorpora preferentemente un conducto de escape. Preferiblemente, el conducto de escape incluye al menos uno entre un separador de ciclón o un medio para la precipitación electrostática o la filtración de partículas, para facilitar la eliminación del residuo de ceniza estéril resultante de la incineración y/o la combustión.

30 Preferiblemente, la composición química del residuo de ceniza estéril puede utilizarse en forma de fertilizante debido a la concentración de elementos inorgánicos, tales como fósforo y potasio, en el mismo.

Preferiblemente, la unidad de maceración se incorpora dentro de un pozo húmedo para controlar la velocidad de alimentación de residuos a través del sistema de tratamiento de aguas residuales.

35 Todavía preferiblemente, la unidad de maceración comprende otros dispositivos mecánicos o químicos para mejorar la separación, por ejemplo una inyección de coagulante químico para mejorar la eliminación de sólidos y/o la precipitación en la etapa de deshidratación.

La etapa de pretratamiento preferiblemente comprende microfiltración para maximizar la eliminación de la materia sólida.

40 Preferiblemente, la etapa de pretratamiento da como resultado la minimización de la Demanda Biológica de Oxígeno ("DBO"), la Demanda Química de Oxígeno ("DQO") y las concentraciones de nitrógeno y fósforo en la corriente de efluente resultante.

Todavía preferiblemente, las concentraciones de DBO, nitrógeno y fósforo no superan 10, 10 y 1 mg/L, respectivamente.

45 Todavía más preferiblemente, las concentraciones de DBO, DQO, nitrógeno y fósforo se minimizan adicionalmente mediante el uso de técnicas tales como oxidación química, intercambio iónico, osmosis inversa o filtración de carbono.

La esterilización de una corriente de efluente resultante de la etapa de pretratamiento se consigue preferiblemente mediante el uso de un esterilizador aislado integrado y de una unidad de calentamiento de agua.

Preferiblemente, el esterilizador integrado y la unidad de calentamiento de agua se mantienen a una temperatura de al menos aproximadamente 70°C.

Todavía preferiblemente, el tiempo de retención de la corriente efluente en el esterilizador integrado y en la unidad de calentamiento de agua es de al menos aproximadamente 30 minutos.

Preferiblemente, el ciclo de la corriente efluente a través del sistema de esterilización se controlado mediante el sistema SCADA.

5 La unidad de pulido de agua preferiblemente comprende uno o más entre nanofiltración, ósmosis inversa, filtración de carbón activado y desinfección química. El tiempo de retención del agua en la unidad de pulido dependerá de los procedimientos físicos y/o químicos utilizados y puede requerir que la unidad de pulido se dimensione en consecuencia para impartir cierta capacidad de retención.

10 Se dirige una corriente de purga de la unidad de pulido preferiblemente de nuevo a la unidad de secado y combustión de lodo.

Preferiblemente, el agua que sale de la unidad de pulido de agua es de la misma calidad que el agua del suministro de agua primario.

15 Todavía preferiblemente, el agua pulida pasa a través de un intercambiador de calor si se requiere enfriamiento. De esta manera, la energía residual del intercambiador de calor se puede retener dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales para ser utilizada en otra parte.

Preferiblemente, al menos una corriente de aguas residuales tratadas vuelve a la propiedad a través de la unidad de calentamiento de agua.

20 Todavía preferiblemente, la energía residual procedente del intercambiador de calor se dirige a la corriente de aguas residuales tratadas que entra en la unidad de calentamiento de agua. Alternativamente, la energía de desecho del intercambiador de calor se puede usar para precalentar el flujo de entrada del material de desecho a la unidad de deshidratación para mejorar la eficiencia de la separación de fases. Preferiblemente, la corriente de aguas residuales recicladas se complementa con el suministro de agua primario.

Las emisiones de gases de escape de la unidad de secado y combustión de lodos en el sistema de tratamiento de aguas residuales se combinan preferiblemente con las emisiones del generador de energía.

25 Preferentemente, la temperatura de emisión de los gases de escape se supervisa y se gestionada mediante el sistema SCADA.

Todavía preferiblemente, se emplean técnicas de post-tratamiento de control de emisiones para minimizar la contaminación si los niveles de emisión exceden las limitaciones locales de control de emisiones.

Preferiblemente, la energía residual de la fuente de alimentación esteriliza y desactiva cualquier material bioactivo.

30 Preferiblemente, el sistema de servicios integrados permite que la ubicación permanezca independiente del suministro de servicios públicos reticulado.

Según la presente invención, se proporciona además un método según la reivindicación 18.

La fuente de energía y el sistema de tratamiento de aguas residuales pueden ser como se describió anteriormente.

### **Breve descripción de los dibujos**

35 La presente invención se describirá ahora, a modo de ejemplo solamente, con referencia a una realización de la misma y al dibujo adjunto, en el que:

La Figura 1 es una hoja de flujo del sistema de servicios integrados de la presente invención.

### **Ejemplos**

40 Para indicar el rendimiento de los métodos de tratamiento de aguas residuales que se van a utilizar en el sistema de servicios integrados, se evaluaron varios procesos de tratamiento a pequeña escala que utilizan el efluente primario de una gran planta metropolitana de tratamiento de aguas residuales. Los métodos de tratamiento incluyeron microfiltración, oxidación química, ósmosis inversa y adsorción de carbón activado granular.

45 El efluente primario de la planta de tratamiento de aguas residuales se filtró primero a través de cartuchos comerciales de microfiltración (cartuchos de 5 micras y luego de 0,5 micras). El efluente de la microfiltración, calentado a 45°C, se oxidó entonces químicamente con peróxido de hidrógeno utilizando un reactor de mezcla completa con un tiempo de retención de 60 minutos. El peróxido se añadió a 1,5 veces la cantidad estequiométrica de adición, basada en la demanda química de oxígeno. El efluente químicamente oxidado se pasó a continuación a través de un cartucho de filtro comercial de OI (ósmosis inversa) y finalmente el efluente de OI se puso en contacto con carbón activado granular comercial (CAG) a una velocidad de dosis de 10 g/l con un tiempo de retención de 60 minutos. Todas las muestras se analizaron para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), los Sólidos Totales

Suspendidos (STS), el Nitrógeno Total (NT), el Nitrógeno Kjeldahl Total (NKT) y el Nitrógeno Oxidado Total (NO<sub>t</sub>). Los resultados de este trabajo de ensayo se muestran en la Tabla 1 a continuación.

**Tabla 1. Resultados de la prueba (todos en mg/L)**

Parámetro	Efluente Primario	Efluentes microfiltrados	Efluentes de Oxidación Química	Efluente de OI	Efluentes del CAG
DBO	120	120	<5	<5	<5
STS	120	45	22	<1	<1
NT	41.1	42.4	34	5.1	5.1
NKT	41.1	42.4	34	5.1	4.6
NO <sub>t</sub>	0	0	0	0	0.5

- 5 Estos resultados muestran claramente la eficacia de las operaciones de tratamiento para producir un efluente adecuado para su reutilización como suministro de agua no potable en el hogar. El efluente tratado era completamente claro e incoloro y, a todos los efectos, parecía agua potable comercial.

**Mejor(es) modo(s) para llevar a cabo la invención**

- 10 En la Figura 1 se muestra una hoja de flujo de un sistema 10 de servicios integrados según la presente invención. Una fuente de energía 12, por ejemplo un motor de combustión o pila de combustible, produce electricidad para la propiedad y la energía residual, en forma de energía térmica residual 14 como subproducto.

La fuente de energía 12 utiliza un suministro de combustible 13 que comprende cualquier medio de energía química que sea adecuado para el dispositivo del motor y el ciclo de funcionamiento. Sería conveniente utilizar biocombustibles para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

- 15 La fuente de energía 12 está también equipada con un dispositivo 16 de almacenamiento de energía, por ejemplo una batería, y está acoplada con fuentes de alimentación alternativas suplementarias 18, por ejemplo paneles solares o generadores eólicos, para minimizar el consumo de combustible y el tiempo de funcionamiento requerido de la fuente de energía 12, además de reducir el impacto ambiental. La fuente de energía 12 se puede diseñar para suministrar el voltaje y la frecuencia deseados, dependiendo del país en el que se vaya a utilizar.

- 20 La energía térmica residual 14 se canaliza a continuación desde la fuente de energía 12 a un sistema 20 de tratamiento de aguas residuales. La fuente de energía 12 puede funcionar también con una carga de generador cero en el caso de que se requiera producir específicamente energía térmica residual 14 para el sistema 20 de tratamiento de aguas residuales. El exceso de energía generado por la fuente de energía 12 se almacena en el dispositivo 16 de almacenamiento de energía para uso posterior.

- 25 El agua residual y los sólidos de la propiedad 22 se desvían a través de un pozo húmedo 23 que contiene una unidad de maceración 24 en la que los sólidos de desecho se pasan primero sobre cribas gruesas para filtrar mecánicamente cualquier sólido bruto. Los sólidos gruesos pueden incluir sólidos orgánicos y/o sólidos inorgánicos. Los sólidos orgánicos de desecho que pasan a través de las cribas se homogeneizan y se dirigen a una unidad de desagüe 26 donde el material de desecho se separa en una fase acuosa 28 y una fase de lodo 30. La unidad de maceración 24 se puede equipar con dispositivos mecánicos o químicos para mejorar la separación en la unidad de deshidratación 26, por ejemplo la adición de un coagulante químico para aumentar la precipitación. El pozo húmedo 23 actúa como un tanque de almacenamiento y se dimensiona para controlar la velocidad de alimentación de residuos hasta el sistema de tratamiento de aguas residuales. Por ejemplo, suponiendo un consumo de agua para el hogar de 900 l/día, la capacidad del tanque de eculización 23 debería ser de aproximadamente 250 L.

- 35 La fase de lodo 30 experimenta un engrosamiento en una unidad de espesamiento 32, de manera que el contenido final en sólidos es al menos de aproximadamente el 8%. El lodo que sale de la unidad de espesamiento 32 se transfiere a una unidad 36 de secado y combustión de lodo.

- 40 La unidad 36 de combustión de lodo utiliza la energía térmica residual 14 de la fuente de energía 12 para secar, carbonizar y finalmente incinerar el material del lodo. El calor suplementario, si es necesario, se genera mediante la combustión de combustible auxiliar del suministro 13 de combustible. El residuo 38 de ceniza estéril resultante se desecha directamente al desecho o se recoge durante el mantenimiento rutinario. El residuo 38 de ceniza estéril puede contener elementos inorgánicos beneficiosos tales como fósforo y potasio y por lo tanto puede utilizarse como

fertilizante, permitiendo así la reutilización de cualquier valor químico latente en el producto de desecho final. Las emisiones 40 de escape de gas comprenden escape combinado a partir de la fuente de energía 12 y de la unidad 36 de combustión de lodo.

5 El procesamiento de la fase de lodo 30 y de la fase acuosa 28 se realiza idealmente en el modo por lotes cuando la fuente de energía está en funcionamiento. La utilización de la energía térmica residual 14 para el tratamiento de la fase de lodo 30 y/o la fase acuosa 28 esteriliza y desactiva finalmente cualquier material bioactivo presente.

10 La fase acuosa 28 producida en la unidad de decantación 26 se transfiere a un tanque de retención 41, para regular los caudales de tratamiento de lote aguas abajo. La fase acuosa 28 se somete entonces a una etapa de pretratamiento 42, por ejemplo microfiltración, dando como resultado una corriente de efluente 44 y una fase de lodo secundaria 34. El objetivo es minimizar el contenido de sólidos, además de las concentraciones de DBO, nitrógeno y fósforo, que idealmente no superan los 10 mg/l, 10 mg/l y 1 mg/l, respectivamente. La fase de lodo secundario 34 se recircula de nuevo a la unidad de deshidratación 26.

15 La corriente de efluente 44 se desvía a través de una unidad de esterilización 46, en la que se utiliza de nuevo la energía térmica residual 14. La unidad de esterilización 46 a su vez comprende un esterilizador 48 integrado y una unidad 50 de calentamiento de agua. La energía térmica residual 14 mantiene la temperatura de la unidad de esterilización a aproximadamente 70°C o superior durante un tiempo de retención de al menos aproximadamente 30 minutos.

20 Una corriente de efluente esterilizada 52 pasa entonces a través de una unidad 54 de pulido de agua que implica el uso de una o más de varias técnicas, por ejemplo, nanofiltración, ósmosis inversa, filtración de carbón activado y desinfección química. Una corriente de purga 55 dirige toda el agua contaminada restante a la unidad 36 de secado y combustión de lodo donde se convierte en vapor y se libera con la ceniza 38 y las emisiones 40 de escape de gas.

Se prevé que el tiempo de retención del agua en la unidad de pulido dependerá de los procedimientos físicos y/o químicos utilizados y puede requerir que la unidad de pulido sea dimensionada en consecuencia para impartir cierta capacidad de retención.

25 El producto de la unidad de pulido 54 se conoce como "agua blanca" 56. El agua blanca se describe como agua adecuada para reutilización, hasta una calidad potable tal como la que se extrae de un suministro de agua primario 58, por ejemplo agua de lluvia, agua suministrada por un buque cisterna o agua de una conexión de suministro reticulada.

30 El agua blanca 56 se recicla a la propiedad 22 directamente a través de la unidad de calentamiento de agua 50. El agua del suministro de agua primario 58 también se puede alimentar a la corriente de agua blanca 56 para compensar cualquier pérdida sufrida en el sistema de tratamiento de aguas residuales 20. El agua blanca 56 también puede necesitar pasar a través de un intercambiador de calor 60 antes de dirigirse de nuevo a la propiedad si todavía retiene algo de energía térmica residual 14 de la unidad de esterilización 46. El intercambiador de calor 60 dirige la energía térmica residual 14 al agua blanca 56 que entra en la unidad de calentamiento de agua 50.

35 Alternativamente, el intercambiador de calor 60 puede dirigir la energía térmica residual 14 al material de desecho que entra en la unidad de decantación 26 para mejorar la eficiencia de la separación de fases.

El suministro de agua primario 58 se mantiene como una línea separada para uso directo en la propiedad 22. Sin embargo, cuando el suministro de agua primario 58 no es de un estándar potable, puede dirigirse al sistema 20 de tratamiento de aguas residuales para su tratamiento en el mismo, antes de dirigirse a la propiedad 22.

40 Se prevé que el sistema de servicios integrados se pueda controlar y regular mediante un sistema informatizado de control de sistemas y adquisición de datos (SCADA). El sistema SCADA también puede vincularse de forma telemétrica a una función de soporte de servicio para la supervisión remota del rendimiento, la fiabilidad y el diagnóstico de fallos. Esto también supervisará y registrará los créditos de carbono resultantes del uso de biocombustibles.

45 Cuando la fuente de energía 12 es un motor de combustión, puede comprender, por ejemplo, uno o más entre un ciclo diesel, un motor alternativo de ciclo Otto, un ciclo de Stirling o una mini turbina de gas.

50 Se prevé que, cuando proceda, la fuente de alimentación pueda utilizar biocombustibles al 100% o hidrógeno, eliminando así las emisiones de gases de efecto invernadero del sistema de servicios integrados. Cuando se utilice el uso de combustibles no volátiles como el diesel o el biodiesel, se prevé la posibilidad de incluir un depósito de combustible dentro del sistema de servicios integrados. El depósito de combustible se puede proporcionar como un recipiente en forma de placa que forma una pared del sistema de servicios integrados. Se prevé que la temperatura ambiente general dentro del módulo puede ser ventajosa en la prevención de problemas de flujo en frío con diesel y biocombustibles comúnmente encontrados en condiciones extremas de invierno cuando se utilizan tanques de combustible remotos.



Se prevé además que la fuente de energía 12 se pueda refrigerar por agua o por líquido, proporcionando el flujo de refrigerante un método adicional o alternativo para canalizar la energía térmica residual 14 al sistema 20 de tratamiento de aguas residuales.

5 También se prevé el uso de energía térmica residual 14 de la fuente de energía 12 en un sistema de calefacción para un edificio o propiedad.

Un destinatario experto entendería que se puede usar una fuente de energía auxiliar para proporcionar calentamiento y/o electricidad adicional durante los períodos de demanda de pico.

10 La deshidratación se puede conseguir utilizando muchos métodos, por ejemplo una prensa mecánica de tornillo, un decantador y un espesante, un clarificador, una centrífuga de decantación o una adición química para mejorar la separación de fases.

El tratamiento de la DBO, la DQO, el nitrógeno y el fósforo en la corriente de efluente esterilizada 52 se consigue generalmente mediante el uso de técnicas que incluyen, pero no se limitan a, oxidación química, intercambio iónico, osmosis inversa y filtración de carbono.

15 También se puede anexar o incorporar un incinerador de sólidos separado dentro de la unidad 36 de combustión de lodo para la incineración y/o esterilización de sólidos eliminados en la unidad de maceración 24 y/u otro residuo orgánico que normalmente se eliminaría mediante la recolección de basura.

20 Las emisiones 40 de escape de gas se pueden someter después a técnicas de tratamiento, por ejemplo, oxidación catalítica, reducción catalítica selectiva, filtración de partículas, lavado de gases de escape. Cada técnica de tratamiento debe ayudar a minimizar la contaminación, aunque la contaminación se considera naturalmente bastante baja.

25 El residuo de ceniza inorgánica resultante de la incineración/combustión puede separarse de las emisiones 40 de escape de gas mediante cualquiera entre la separación ciclónica, la precipitación electrostática o la filtración en partículas. El residuo de ceniza inorgánica puede eliminarse directamente debido a su naturaleza estéril e inerte, o recogerse para su eliminación durante cualquier procedimiento de mantenimiento rutinario y puede utilizarse como, por ejemplo, fertilizante.

Se prevé que la incorporación del sistema de servicios integrados puede ser en la forma de un sistema "específico de la ubicación", que permita que una propiedad permanezca independiente de cualesquiera servicios públicos reticulados, que conserve el consumo de agua y que pueda evitar la descarga de cualquier contaminante adverso al medio ambiente, incluidos los gases de efecto invernadero y los contaminantes biológicamente activos.

30 El consumo neto de agua de una ubicación se puede reducir en un 90% debido a un volumen significativo de agua residual que se está reciclando. Además, la eficiencia energética global se maximiza, logrando una eficiencia potencialmente superior al 90%, ya que la energía y el calor se crean sólo cuando se requiere, y todas las corrientes de energía se utilizan de manera beneficiosa. Se espera que el sistema de servicios integrados de la presente invención ayude a la supervisión y registro de créditos de carbono a un nivel de rendición de cuentas adecuado para el comercio de carbono. Esta supervisión "en tiempo real" facilitará la revisión periódica del consumo de energía y las prácticas más eficientes energéticamente implementadas. Como resultado, se espera que la huella de carbono global de una propiedad se pueda reducir significativamente.

40 Como una instalación in situ (independientemente de los grandes servicios de red reticulada), se prevé que el sistema de servicios integrados proporcionará seguridad contra la interrupción de la infraestructura. Además, como el sistema de servicios integrado se supervisa directamente, cualquier signo de fallo se señalará automáticamente, y se enviará el mantenimiento del servicio si es necesario. Además, la naturaleza del diseño y de los componentes tiene por objeto permitir la sustitución inmediata in situ. Los artículos reemplazados están destinados a ser movilizadas a instalaciones centralizadas para su reacondicionamiento y reutilización.

45 Se espera que la instalación del sistema de servicios integrados sea más rentable y significativamente más simple, ya que no se requieren conexiones con grandes sistemas de distribución reticulada. Además, el área de terreno típicamente requerida por el drenaje de efluentes procedentes de sistemas sépticos se reduce sustancialmente.

50 Se cree que una ventaja significativa de un sistema de servicios integrados es el reciclado de energía térmica y química dentro del sistema y la capacidad para que substancialmente todos los flujos de residuos orgánicos producidos por una propiedad sean esterilizados, el material bioactivo desactivado y el material resultante de forma segura reutilizado como, por ejemplo, fertilizante.

Se considera que las modificaciones y variaciones que serían evidentes para el destinatario experto caen dentro del alcance de la presente invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema (10) de servicios integrados in situ para proporcionar recirculación in situ y reutilización de agua y energía en una propiedad (22), comprendiendo el sistema (10) de servicios integrados:
- 5 un dispositivo (12) de generación de energía que tiene un suministro de combustible (13) y dispuesto para producir electricidad para la propiedad (22) y energía térmica residual (14) como subproducto;
- un sistema (20) de tratamiento de aguas residuales para recibir aguas residuales de la propiedad (22), tratar las aguas residuales y reciclar aguas residuales tratadas a la propiedad (22) para su reutilización, comprendiendo el sistema (20) de tratamiento de aguas residuales:
- una unidad maceradora (24) para homogeneizar material de desecho;
- 10 una unidad (26) de deshidratación para separar una fase acuosa (28) de una fase de lodo (30);
- una unidad (32) de espesamiento para maximizar el contenido de sólidos en la fase de lodo (30);
- una unidad (36) de secado y combustión de lodos para recibir la fase de lodo (30);
- una unidad (48) de esterilización de agua para tratar la fase acuosa (28) de la unidad (26) de deshidratación; y
- 15 una unidad (54) de pulido de agua,
- en el que la energía térmica residual (14) se dirige desde el dispositivo (12) de generación de potencia a:
- la unidad (36) de secado y combustión de lodos para tratar la fase de lodo (30); y
- a la unidad (48) de esterilización de agua para tratar la fase acuosa (28).
2. Un sistema (10) de servicios integrados según la reivindicación 1, en el que el sistema (20) de tratamiento de aguas residuales recupera el agua para su reutilización in situ en adición a un suministro de agua primario (58).
- 20 3. Sistema (10) de servicios integrados según la reivindicación 1, en el que el dispositivo (12) de generación de energía:
- (a) se enfría por líquido, y la energía térmica residual del líquido se utiliza en el sistema (20) de tratamiento de aguas residuales; y/o
- 25 (b) comprende además un dispositivo (16) de almacenamiento de energía; y/o
- (c) se acopla con un sistema de calefacción para la propiedad (22).
4. Un sistema (10) de servicios integrados según la reivindicación 1, en el que el funcionamiento integrado del dispositivo (12) de generación de energía, tratamiento de aguas residuales y sistemas (20) de reciclado de energía está regulado por un sistema informatizado de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA).
- 30 5. Un sistema (10) de servicios integrados según la reivindicación 4, en el que el SCADA se une por telemetría a una función de soporte de servicio centralizada para supervisión remota.
6. Un sistema (10) de servicios integrados según la reivindicación 2, en el que el suministro (58) de agua primario es de una calidad potable.
- 35 7. Un sistema (10) de servicios integrados según la reivindicación 1, en el que la fase acuosa (28) producida a partir de la unidad (26) de deshidratación se somete a una etapa de pretratamiento (42) antes de la unidad (48) de esterilización de agua para minimizar la concentración de los sólidos, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO), el nitrógeno y el fósforo mediante el uso de uno o más entre la microfiltración, la oxidación química, la ósmosis inversa, el intercambio iónico y la filtración de carbono en la etapa de pretratamiento.
- 40 8. Un sistema (10) de servicios integrados según la reivindicación 1, en el que la unidad (26) de deshidratación comprende una o más entre una prensa mecánica de tornillo, un clarificador, una centrífuga de decantación, un decantador y un espesante y/o adición química para mejorar la separación de fases.
9. Un sistema (10) de servicios integrados según la reivindicación 1, en el que la fase de lodo (30) experimenta un engrosamiento en la unidad (32) de espesamiento hasta un contenido de sólidos de al menos aproximadamente el
- 45 8%.

10. Un sistema (10) de servicios integrados según la reivindicación 1, en el que un incinerador de sólidos separado está unido o incorporado dentro de la unidad (36) de secado y combustión de lodo.
11. Un sistema (10) de servicios integrados según la reivindicación 7, en el que la etapa de pretratamiento minimiza las concentraciones de DBO, nitrógeno y fósforo de manera que no excedan de 10, 10 y 1 mg/L, respectivamente.
- 5 12. Un sistema (10) de servicios integrados según la reivindicación 7, en el que una corriente de efluente resultante de la etapa de pretratamiento se esteriliza mediante el uso de un esterilizador (48) aislado y de una unidad (50) de calentamiento de agua integrados.
13. Un sistema (10) de servicios integrados según la reivindicación 1, en el que la energía térmica residual (14) del dispositivo (12) de generación de energía se utiliza para uno o más de:
- 10 (a) esterilizar y desactivar cualquier material bioactivo;  
(b) calefacción de espacios.
14. Un sistema (10) de servicios integrados según la reivindicación 1, en el que la unidad (54) de pulido de agua (54) comprende uno o más entre nanofiltración, ósmosis inversa, filtración de carbón activado y desinfección química.
- 15 15. Un sistema (10) de servicios integrados según la reivindicación 1, en el que el agua que sale de la unidad (54) de pulido de agua pasa a través de un intercambiador de calor (60).
16. Un sistema (10) de servicios integrados según la reivindicación 1, en el que al menos una corriente de agua que sale del sistema (20) de tratamiento de aguas residuales se recicla a la propiedad (22) a través de una unidad (50) de calentamiento de agua.
- 20 17. Un sistema (10) de servicios integrados según la reivindicación 1, en el que las emisiones de los gases de escape de la unidad (36) de secado y combustión de lodos se combinan con las emisiones del dispositivo (12) de generación de energía.
18. Un método para proporcionar in situ recirculación y reutilización de agua y energía en una propiedad (22), comprendiendo el método:
- 25 suministrar combustible desde un suministro (13) de combustible para hacer funcionar un dispositivo (12) de generación de energía para producir electricidad para la propiedad (22) y energía térmica residual (14) como subproducto;
- hacer funcionar un sistema (20) de tratamiento de aguas residuales para recibir aguas residuales de la propiedad (22), tratar las aguas residuales y reciclar las aguas residuales tratadas a la propiedad (22) para su reutilización, comprendiendo el método de funcionamiento del sistema (20) de tratamiento de aguas residuales:
- 30 homogeneizar el material de desecho en una unidad (24) de maceración;  
separar una fase acuosa (28) de una fase de lodo (30) en una unidad (26) de deshidratación;  
maximizar el contenido de sólidos en la fase de lodo (30) en una unidad (32) de espesamiento;  
recibir la fase de lodo (30) en una unidad (36) de secado y combustión de lodo;
- 35 y tratar la fase acuosa (28) de la unidad (26) de deshidratación en una unidad (48) de esterilización de agua;
- tratar la fase acuosa (28) de la unidad (48) de esterilización de agua en una unidad (54) de pulido de agua,
- en el que el método comprende además dirigir la energía térmica residual (14) desde el dispositivo (12) de generación de energía a:
- la unidad (36) de secado y combustión de lodos para tratar la fase de lodo (30); y
- 40 a la unidad (48) de esterilización de agua para tratar la fase acuosa (28).

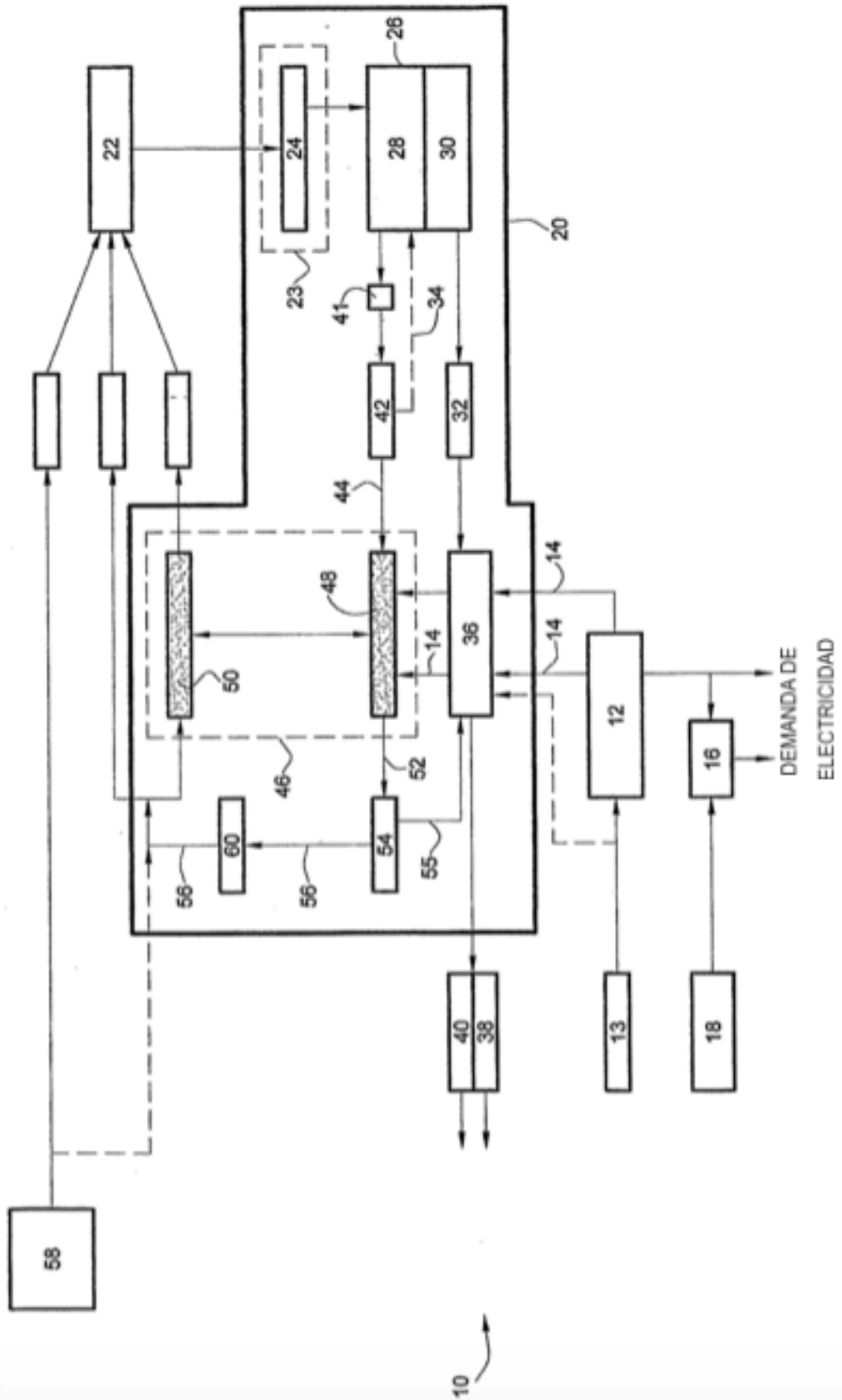


Fig 1