

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 142**

51 Int. Cl.:

**C05F 11/00** (2006.01)  
**C05F 17/00** (2006.01)  
**C05F 7/02** (2006.01)  
**C05D 9/00** (2006.01)  
**C02F 11/04** (2006.01)  
**C02F 103/28** (2006.01)  
**C12P 5/02** (2006.01)  
**C12P 7/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.09.2013 PCT/FI2013/050890**  
 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.03.2014 WO14044905**  
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2013 E 13774218 (5)**  
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018 EP 2897924**

54 Título: **Procedimiento de procesamiento de flujos secundarios y flujos de desecho de la industria papelera y de la pasta y un fertilizante**

30 Prioridad:

**18.09.2012 FI 20125960**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.04.2019**

73 Titular/es:

**BIOA OY (100.0%)  
 Kymilinnantie 8  
 48600 Kotka, FI**

72 Inventor/es:

**JÄRVINEN, JARI**

74 Agente/Representante:

**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

ES 2 711 142 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

Procedimiento de procesamiento de flujos secundarios y flujos de desecho de la industria papelera y de la pasta y un fertilizante.

5

**Campo técnico**

La presente invención se refiere a un procedimiento de procesamiento de diversos flujos secundarios y flujos de desecho de la industria papelera y de la pasta de la manera descrita en el preámbulo de la reivindicación 1 y a un fertilizante descrito en el preámbulo de la reivindicación 14.

10

**Técnica anterior**

En la siguiente descripción, el término “flujo secundario” se entiende como un flujo de material procedente de, por ejemplo, una instalación industrial, que la instalación industrial ya no puede utilizar en sus propios procedimientos pero que puede seguir utilizándose por otro usuario. Un “flujo de desecho” se entiende en la presente memoria como un flujo procedente de una instalación industrial que ni la propia instalación industrial ni ninguna otra instalación puede utilizar, es decir un flujo tradicionalmente inservible.

15

Una característica común de los procedimientos históricos de la técnica anterior de gestión de flujos de desecho y, desgraciadamente también de flujos secundarios, independientemente de su origen municipal o industrial, ha sido que el objetivo principal ha sido tan sólo deshacerse de los flujos de desecho o secundarios con el menor gasto posible. El vertido de los flujos de desecho y secundarios en vertederos ha sido anteriormente un modo popular. Últimamente, para impedir que sustancias perjudiciales lleguen al suelo se ha utilizado la incineración de desechos. La incineración de desechos se realiza muy a menudo con una eficacia muy baja y, además, de un modo tal que se permite que los gases de combustión se descarguen a la atmósfera de modo que aumenta la carga medioambiental en forma de o bien sólo dióxido de carbono o bien posiblemente muchos otros compuestos, en algunos casos incluso en forma de compuestos tóxicos o casi tóxicos. La incineración de los desechos conduce también a, en la práctica, la pérdida final de nutrientes, ya que la combustión de los flujos de desecho o secundarios significa normalmente que, por ejemplo, el fósforo de los flujos permanece en la ceniza que contiene metales pesados en un grado tal que la ceniza no puede utilizarse sino sólo como vertido de manera que las plantas ya no pueden utilizar el fósforo.

20

25

30

En los últimos años, el endurecimiento de la legislación ha conducido a modos cada vez más eficaces de gestión de los flujos de desecho y secundarios tanto municipales como industriales. Por ejemplo, en algunos casos avanzados, se lleva un determinado flujo de desecho o secundario, por ejemplo, a una planta de bioetanol, donde se busca específicamente que se recupere bioetanol a partir del desecho, acabando el resto del producto final como desecho, es decir que va a o bien incinerarse, gestionarse en relación con procedimientos de aguas residuales o bien verterse como vertido. En algunos casos también la materia residual procedente de la utilización primaria encuentra alguna otra aplicación. Por ejemplo, si la materia prima es desecho de panadería limpio, el residuo de una planta de etanol puede utilizarse adicionalmente como forraje para ganado. Sin embargo, si la materia prima es materia prima de etanol incluso ligeramente algo menos puro, el residuo de los procedimientos de producción de etanol se ha llevado tradicionalmente como suspensión de desecho al procesamiento de desechos municipales.

35

40

45

El documento US-A1-20090095673 aborda sistemas y procedimientos proporcionados para convertir materiales de desechos orgánicos procedentes de una corriente de desechos municipal en productos útiles, tales como combustibles. A través de la utilización de un biomezclador y un hidrodeseintegrador, así como a través de clasificación y tamizado, se reduce progresivamente el tamaño de los materiales de desecho orgánicos y se limpian de contaminación. La biomasa uniforme resultante es adecuada para digestión anaerobia para producir biogás y un sólido residual que es adecuado para producir un compost de alta calidad. Puede añadirse una cantidad de material de desecho orgánico líquido al biomezclador, al hidrodeseintegrador y/o al digestor anaerobio. La cantidad de material de desecho orgánico líquido puede obtenerse separando los líquidos de cualquier recipiente y puede almacenarse en un tanque de retención antes de añadirse al biomezclador, el hidrodeseintegrador y/o el digestor anaerobio.

50

55

En los últimos años algunos documentos de patente adicionales han propuesto abordar un enfoque más integral para procesar material de desecho orgánico. Como ejemplos de eso pueden mencionarse los documentos WO-A2-2011151511, WO-A2-2009090476, US-A1-2008135474 y US-A1-2008050800, cuyas exposiciones se incorporan completamente en la presente memoria por referencia.

60

Los documentos enseñan cómo el material de desecho orgánico recibido de diversas fuentes, tanto fuentes agrícolas, industriales como comunitarias, se recoge y se introduce en un orden preferido en una denominada biorrefinería que comprende varias unidades de procedimiento diferentes, como por ejemplo uno o más de una planta de etanol (fermentación), un digestor anaerobio (producción de biogás) y un reactor de algas. Algunas veces puede considerarse también que una planta de biodiesel y/o una central eléctrica pertenecen a la

65

biorrefinería, si están utilizando directamente los productos finales de las unidades de procedimiento enumeradas anteriormente.

5 El reactor de algas recibe, además de la materia prima recibida de la planta de etanol, dióxido de carbono, agua y nutrientes procedentes del digestor anaerobio y gas de escape procedente de la central eléctrica. Los sólidos de algas pueden llevarse, además de a la planta de etanol/fermentación, también al digestor anaerobio/producción de biogás, a la central eléctrica y a la explotación ganadera. El reactor de algas puede producir también aceite de algas que puede utilizarse en la planta de biodiesel. La masa residual procedente de la biorrefinería, es decir el denominado digestato, puede utilizarse como fertilizante cuando se combina con ceniza o algún otro material que absorbe agua de una fuente apropiada.

10 El digestor anaerobio recibe flujos de desecho o secundarios procedentes de fuentes adecuadas, y produce, además de los productos ya enumerados, amoníaco, biogás y/o metano para la central eléctrica, y biogás y/o metano para la planta de biodiesel.

15 La central eléctrica está diseñada para producir energía que puede extraerse del procedimiento, si se desea, en forma de calefacción o electricidad urbana, por ejemplo. Sin embargo, una cantidad significativa de la energía alimentada a la central eléctrica en forma de material orgánico es necesaria para diversos fines de calentamiento en el digestor anaerobio, el reactor de algas y la planta de biodiesel, es decir dentro del propio procedimiento. El amoníaco producido por el digestor anaerobio y alimentado a la central eléctrica se utiliza en el lavado químico del azufre del gas de escape o como aditivo en la producción de fertilizantes.

20 Por tanto, el procedimiento, que es muy complicado e incluye muchas tecnologías y unidades de procedimiento diferentes, produce etanol, electricidad y biodiesel que pueden comercializarse adicionalmente. Además de los productos ya abordados, la clase de procedimientos abordados anteriormente también produce material orgánico rechazable que puede utilizarse como fertilizante. Muy a menudo los sólidos sobrantes después del tratamiento en la planta de etanol, es decir fermentación, el digestor anaerobio y/o el reactor de algas, si por algún motivo no pueden utilizarse como pienso para la explotación ganadera, o bien se queman o bien se utilizan como fertilizante. Sin embargo, un problema significativo en la utilización de los sólidos sobrantes como combustible o fertilizante es su alto contenido en agua. En ambos casos los sólidos sobrantes, según las prácticas de la técnica anterior, deben desecarse y/o secarse, lo que consume una cantidad significativa de energía. De hecho, la cantidad de energía gastada en la desecación y/o el secado es en muchos casos comparable con el contenido en energía total de los sólidos sobrantes.

25 En cuanto a las enseñanzas adicionales de la técnica anterior, debe entenderse que algunos documentos de la técnica anterior enseñan cómo se separa nitrógeno, o se produce mediante algún otro modo, a partir de amoníaco y se introduce en los sólidos orgánicos descargados de la instalación de tratamiento de desechos como fertilizante. Separación significa un procedimiento sencillo en donde el amoníaco del aire se somete a lavado químico con ácido sulfúrico y se recupera como una disolución en sulfato de amonio de TS (sólidos totales, materia seca) al 40%. El sulfato de amonio se utiliza como fertilizante y/o para la producción de enriquecimiento del suelo.

30 Por tanto, a pesar del hecho de que, por ejemplo, los documentos abordados anteriormente enseñan un modo apropiado de gestión de diversos flujos de desecho y secundarios municipales, industriales y agrícolas, tales instalaciones de tratamiento de desechos no han encontrado ninguna aceptación más amplia en el mercado. Uno de los motivos principales es el aspecto económico de la instalación de tratamiento de desechos. Tal como enseñan los documentos mencionados, una instalación de tratamiento de desechos integral requiere varios procedimientos y procedimientos de tratamiento diferentes que presentan sus propios equipos. Sin embargo, es un hecho que los equipos requieren una instrumentación y un control complejos de los procedimientos. Los flujos de desecho y secundarios tienen que llevarse a la instalación de tratamiento de desechos. Y los flujos de desecho y secundarios que se llevan al sitio tienen que elegirse correctamente. Por tanto, tanto las inversiones en la construcción como los costes de funcionamiento de la instalación de tratamiento de desechos son sustancialmente altos en comparación con el valor de los productos finales recogidos normalmente de la instalación de tratamiento de desechos.

35 Un buen ejemplo de esto puede encontrarse en la industria papelera y de la pasta en donde es práctica común incinerar todos los flujos secundarios y de desecho. Una fábrica de pasta y papel crea flujos secundarios y de desecho en muchas fases de su funcionamiento. En primer lugar, cuando la madera se utiliza en la maderera, los troncos pueden serrarse para dar partículas más pequeñas, luego se descortezan y posiblemente se astillan, lo que da como resultado no sólo corteza sino también serrín y otras partículas de madera de las que hay que deshacerse. En segundo lugar, cuando la pasta mecánica, quimiomecánica o química sale de las diversas fases de tamizado o clasificación, se retira de la fábrica un flujo de rechazo que incluye partículas que no han pasado por los tamices. También en fases posteriores de la fábrica de pasta y papel, se rechazan diversos flujos, por ejemplo filtrados que contienen una cantidad pequeña pero todavía significativa de fibras, finos, cargas, diversos productos químicos de tratamiento, etc. Podría decirse también que cuanto más lejos en los procedimientos llega el material rechazable, más agua contiene el flujo rechazado y más productos químicos y otro material de origen

distinto de madera puede encontrarse en el flujo de rechazo.

5 Todos estos flujos de material, es decir corteza, serrín y otras partículas de madera procedentes de la maderera y flujos secundarios y de desecho rechazados se han combinado tradicionalmente, y se han llevado a una caldera de corteza, cuyo fin principal es convertir el material combustible en energía. Ha de entenderse que la corteza, el serrín y otras partículas de madera, algunas veces denominados combustible desmenuzado, de la maderera son, por su naturaleza, ya que no pueden utilizarse de ninguna manera mejor, una buena fuente de energía. Por tanto, se quemaron en una denominada caldera de corteza. Sin embargo, muy a menudo la suspensión sedimentada de la instalación de tratamiento de aguas residuales biológica de una fábrica de pasta o de papel se lleva a una caldera de corteza para su combustión. La suspensión sedimentada contiene tantos sólidos separados por la sedimentación de las aguas residuales de la fábrica como sea posible, ya que el agua de efluente clarificada de la instalación biológica se vierte normalmente a ríos, lagos, mares u océanos. En otras palabras, la suspensión biológica sedimentada contiene tanto materia orgánica como inorgánica. Un problema considerable cuando se suministra la suspensión biológica sedimentada a la caldera de corteza para su incineración es su alto contenido en agua, y especialmente su débil capacidad de desecación. A pesar del hecho de que la suspensión se deseca, su contenido en agua puede ser todavía tan alto que no puede introducirse en la caldera de corteza. Por tanto, una parte o toda la suspensión fibrosa separada por el clarificador primario de los filtrados de la fábrica antes de la instalación de tratamiento de aguas residuales biológica se introduce con una consistencia superior en la suspensión biológica para aumentar su contenido en materia seca hasta el nivel de combustible. Algunas veces, también se utiliza turba para el mismo fin. En otras palabras, la caldera de corteza se utiliza, no sólo para recuperar energía de la corteza y otros materiales a base de madera, sino para deshacerse de diversos materiales de desecho problemáticos. No se ha considerado un problema importante que tengan que evaporarse enormes cantidades de agua hasta que los flujos de desecho y secundarios presentan un contenido de materia seca combustible.

25 Sólo recientemente se ha abordado, por ejemplo en el documento WO-A2-2011151511, que los flujos de desecho y secundarios podrían utilizarse más eficazmente de modo que no sólo pudiera procesarse energía, sino también otros diversos productos finales valiosos como etanol, metanol y posiblemente también fertilizante a partir de flujos de desecho y secundarios municipales e industriales. Esto ha hecho también surgir la idea de que también posiblemente la ceniza recuperada de la caldera de corteza podría utilizarse en la producción de fertilizante. Sin embargo, cuando se realizaron experimentos en la biorrefinería construida en relación con una fábrica de pasta y utilizando las principales ideas abordadas en el documento WO-A2-2011151511, se encontraron varios problemas.

35 En primer lugar, cuando se estudió el contenido en ceniza de una caldera de corteza en donde además de ceniza también se incineraron suspensiones biológicas y suspensiones fibrosas, se aprendió que la ceniza era muy fina y contenía metales pesados en un grado tal que la propia ceniza no podía utilizarse en la producción de fertilizante. En otras palabras, la ceniza contiene metales pesados (Cd, Cu, Cr, Pb, Ni, Zn, As, V) que se originan a partir del combustible quemado. La legislación nacional o comunitaria limita el contenido de metales pesados en los fertilizantes. En la práctica, si la relación de cadmio/fósforo en la mezcla de ceniza-suspensión residual es lo suficientemente baja, la mezcla puede utilizarse como fertilizante. El contenido en metales pesados habitual en la ceniza da como resultado normalmente una concentración demasiado alta de metales pesados en el fertilizante, por lo cual los metales pesados deben eliminarse de la ceniza. El artículo "Theoretical Feasibility for Ecological Biomass Ash Recirculation: Chemical Equilibrium Behavior of Nutrient Elements and Heavy Metals during Combustion" en *Environmental Science & Technology*, vol. 31, nº 9, 1997 enseña que los metales pesados se adhieren a partículas de ceniza pequeñas y ligeras en relación con la combustión a alta temperatura y, basándose en ese comportamiento, pueden separarse de la ceniza volante por medio de un ciclón caliente. De ese modo, la técnica anterior enseña un modo rentable de tratamiento de la ceniza volante de modo que el contenido en metales pesados en la misma se reduce hasta un nivel tal que, cuando se añade al fertilizante, o realmente a la suspensión residual de la producción de etanol o biogás, el contenido en metales pesados en el fertilizante permanece en un nivel aceptable.

55 Sin embargo, al tratar la ceniza por medio de clasificación neumática, una parte, aproximadamente un cuarto, de la ceniza se recuperó con una finura tal que podía utilizarse en la industria de materiales de construcción, por ejemplo, en lugar de cemento en la fabricación de hormigón. La ceniza no puede utilizarse para reemplazar al cemento en su totalidad, sino aproximadamente hasta alrededor de un tercio del cemento. Otra cosa que también se aprendió fue que la clasificación neumática no ayudó en la separación de metales pesados de la ceniza o ni siquiera a conseguir cualquier diferencia considerable entre el contenido en metales pesados en una fracción de ceniza fina y el de una fracción de ceniza gruesa. Por tanto, fue una conclusión fácil que la ceniza procedente de una caldera de corteza no podía utilizarse en la producción de fertilizante.

65 En segundo lugar, se aprendió en la biorrefinería que la velocidad de crecimiento del cultivo de microbios en un reactor de fermentación no estaba próxima a la que se esperaba. Por tanto, la producción de etanol también estaba lejos de la esperada. Se concluyó que los microbios en el reactor de fermentación o bien no podían utilizar las suspensiones fibrosas introducidas en el reactor de fermentación, o bien los flujos incluían algo que impedía el crecimiento eficaz del cultivo de microbios.

En tercer lugar, la producción de fertilizante es una elección atractiva para gestionar los residuos sólidos de una biorrefinería, ya que el fertilizante, y especialmente el fertilizante orgánico, es un producto valioso en varios aspectos. Lo primero de todo, es un producto que puede comercializarse con beneficio, por lo que su producción es económicamente justificable. En segundo lugar, el residuo sólido de una biorrefinería contiene nutrientes (fósforo, nitrógeno, potasio) que las plantas pueden utilizar, y si el residuo sólido se incinera o se vierte como vertido (de la manera realizada en procedimientos de la técnica anterior) los nutrientes se pierden. La legislación nacional o comunitaria referente a los fertilizantes divide los fertilizantes en dos grupos, es decir fertilizantes orgánicos o fertilizantes biológicos y fertilizantes habituales o inorgánicos de los cuales sólo los fertilizantes orgánicos pueden utilizarse en la producción de alimentos orgánicos. Además, la legislación puede dictar directa o indirectamente, por ejemplo, qué clase de materias primas pueden utilizarse en la producción de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, cómo tienen que fabricarse los fertilizantes y qué clase de impurezas se permiten en el fertilizante y la cantidad permitida de tales impurezas. Naturalmente, los materiales de desecho que pueden utilizarse en la producción de fertilizantes orgánicos están limitados por requisitos más estrictos que los materiales de desecho utilizados en la producción de fertilizantes inorgánicos. Ahora que hay una alta demanda de fertilizantes orgánicos en el mercado, tiene sentido fijar como objetivo la producción de fertilizante orgánico, y utilizar sólo tales flujos de desecho y secundarios para la producción de fertilizante inorgánico que no puede utilizarse para la producción de fertilizante orgánico. Ahora, por ejemplo, la legislación dictamina que un fertilizante que puede denominarse fertilizante orgánico debe fabricarse de manera que todas las materias primas se recuperan o se recogen del mismo sitio. Por tanto, la legislación soluciona los problemas referentes al transporte de materias primas, pero ocasiona un nuevo problema, es decir encontrar un sitio o planta industrial en donde estén disponibles todas las materias primas requeridas.

#### Breve resumen de la invención

Por tanto, un objetivo de la presente invención es mejorar el estado de la técnica en el área de reciclaje de flujos de desecho y secundarios de la industria papelera y de la pasta introduciendo un procedimiento que puede minimizar por lo menos algunos problemas y desventajas de la técnica anterior.

Otro objetivo más detallado de la presente invención es poder recoger los flujos de desecho y secundarios de una única instalación industrial por lo cual no es necesario transporte y se cumplen los requisitos de la legislación referente a la producción de fertilizante orgánico.

Todavía otro objetivo más detallado de la presente invención es encontrar un modo de tratar la corteza, el serrín, las partículas de madera y las suspensiones fibrosas y/o suspensiones biológicas de la industria papelera y de la pasta de manera que cada uno de ellos se procese de la manera más económica, es decir procedimientos rentables que den como resultado productos finales de alto valor.

Aún otro objetivo más detallado de la presente invención es encontrar un modo de tratar las cenizas recuperadas de la incineración de la industria papelera y de la pasta de manera que las cenizas puedan aceptarse en por lo menos una de entre la industria de materiales de construcción y la de producción de fertilizante.

Un objetivo más detallado adicional de la presente invención es encontrar un motivo o causa por la que las suspensiones fibrosas dificultan el funcionamiento del reactor de fermentación etanol, eliminar la causa y por tanto mejorar la producción de etanol en un nivel considerablemente superior.

Por lo menos algunos de los objetivos anteriores y otros de la presente invención se alcanzan mediante un procedimiento de procesamiento de flujos de desecho y secundarios de la industria papelera y de la pasta, comprendiendo los flujos de desecho y secundarios por lo menos corteza y otros flujos de desecho a base de madera, el denominado combustible desmenuzado, y por lo menos un flujo de desecho fibroso; comprendiendo la disposición de procesamiento de una fábrica de pasta y/o papel por lo menos una caldera de corteza para quemar combustible desmenuzado, una planta de tratamiento de aguas residuales biológica y una biorrefinería que comprende por lo menos fermentación/producción de etanol, comprendiendo el procedimiento las etapas de introducir combustible desmenuzado en la caldera de corteza para producir ceniza, introducir el por lo menos un flujo de desecho fibroso en un dispositivo de tratamiento para dividir el por lo menos un flujo de desecho fibroso en una suspensión primaria fibrosa y un primer efluente, introducir el primer efluente en la planta de tratamiento de aguas residuales biológica, y procedimiento en el que

- la disposición de procesamiento está dotada de una unidad separadora,
- la suspensión primaria fibrosa se introduce en la unidad separadora,
- la suspensión primaria fibrosa se divide por medio de la unidad separadora en por lo menos dos fracciones, es decir una fracción ligera principalmente orgánica y por lo menos una fracción pesada principalmente inorgánica,

- la fracción ligera principalmente orgánica se introduce en la biorrefinería para producir por lo menos etanol y digestato,
- el digestato se lleva de la biorrefinería a la producción de fertilizante,
- se introduce combustible desmenuzado en la caldera de corteza para producir ceniza,
- la ceniza se lleva de la caldera de corteza al fraccionamiento,
- la ceniza se fracciona en por lo menos una fracción gruesa pobre en metales pesados y una fracción de ceniza fina rica en metales pesados, y
- la por lo menos una fracción de ceniza gruesa pobre en metales pesados se lleva a la producción de fertilizante para producir una mezcla de fertilizante junto con el digestato.

Por lo menos algunos de los objetivos anteriores y otros de la presente invención se alcanzan mediante un fertilizante producido de manera que el fertilizante se forma, por lo menos parcialmente, del digestato recogido de una biorrefinería que trata uno o más flujos de desecho fibrosos de una fábrica de pasta y/o papel, flujos de desecho fibrosos a partir de los que se separa la fracción pesada principalmente inorgánica y de una fracción de ceniza pobre en metales pesados recogida de una caldera de corteza de una fábrica de pasta y/o papel.

Otras características distintivas de la presente invención resultan evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes adjuntas y la siguiente descripción de las formas de realización de la presente invención.

Al aplicar la presente invención, se obtienen por lo menos algunas de las siguientes ventajas:

- unión de nitrógeno y fósforo a algas y más adelante, en fertilizante
- no se requiere procesamiento químico
- se facilita el cumplimiento de las reglas de emisión
- en lugar de incinerar los flujos de desecho y secundarios, utiliza los flujos eficazmente
- se impide el agotamiento del suelo recuperando, entre otros, fósforo en un biofertilizante, lo que reduce la necesidad de fertilizantes químicos
- el ciclo de nutrientes se vuelve más eficaz (por ejemplo, se puede recuperar más fósforo para su reutilización)
- se reduce la cantidad de desechos para su eliminación final
- la energía total producida en el procedimiento es mayor que la energía a partir de los procedimientos de separación
- disminuye la cantidad de agua de desecho que sale del procedimiento, porque la ceniza retiene humedad para dar el fertilizante
- el fertilizante orgánico que incluye fósforo y nitrógeno puede comercializarse para agricultura orgánica
- la ceniza reemplaza al potasio como agente de mejora del suelo
- la diseminación de tanto el fertilizante como el agente de mejora del suelo simultáneamente reduce el trabajo en granjas y la compactación del suelo.

#### Breve descripción de los dibujos

A continuación, la técnica anterior y la presente invención se abordan en más detalle en referencia a los dibujos adjuntos, de los que

la figura 1 ilustra esquemáticamente un tratamiento de la técnica anterior opcional de diversos flujos de desecho y secundarios de una industria papelera y de la pasta,

la figura 2 ilustra esquemáticamente otro tratamiento de la técnica anterior opcional de diversos flujos de desecho y secundarios de una industria papelera y de la pasta,

la figura 3 ilustra esquemáticamente un modo nuevo de tratamiento de diversos flujos de desecho y secundarios de la industria papelera y de la pasta según una forma de realización preferida de la presente invención, y

- 5 la figura 4 ilustra esquemáticamente el tratamiento de diversos flujos de desecho y secundarios de la industria papelera y de la pasta según una forma de realización preferida de la presente invención.

#### Descripción detallada de los dibujos

10 La figura 1 aborda esquemáticamente un modo de la técnica anterior de tratamiento de flujos de desecho y secundarios de la industria papelera y de la pasta (industria P y P). La fábrica de pasta y/o papel 2 descarga diversos flujos de rechazo y filtrado 4 que contienen sólidos que incluyen, pero no se limitan a, por lo menos algunos de nudos, palillos, fibras, finos, cargas, plásticos, tintas, arena, metal, vidrio, haces y adhesivos de fusión en caliente así como diversos productos químicos a un clarificador primario 6, que separa, normalmente por medio de sedimentación, una denominada suspensión primaria 8 del agua de desecho 10 que contiene impurezas finas. El flujo de rechazo y filtrado 4 contiene, por ejemplo, algún material de fibra aceptable por un motivo abordado en más detalle posteriormente en esta descripción. El agua de desecho 10 se lleva a un clarificador secundario 12, que es normalmente una instalación o planta de tratamiento biológica, en donde el objetivo es que los microorganismos conviertan el desecho en dióxido de carbono y agua al tiempo que se consume oxígeno. La suspensión primaria 8 se lleva a una unidad de desecación 14, que puede ser una prensa de husillo, por ejemplo. El clarificador secundario 12 (es decir, la planta de tratamiento de aguas residuales biológica) produce efluente clarificado 16, que se libera a ríos, lagos, mares u océanos, y una suspensión secundaria 18, que se lleva a la unidad de desecación 14, también. En la unidad de desecación 14, la suspensión primaria 8 y la suspensión secundaria 18 se desecan de manera que se recuperan la suspensión final 20 y agua 22. El agua recuperada 22 se lleva a la alimentación del clarificador primario 6 y la suspensión final 20 a o bien el vertedero o para su combustión. Puesto que el vertedero no es un modo popular de desechar las suspensiones, una elección preferida ha sido últimamente introducir la suspensión final 20 en una caldera de corteza 24 junto con combustible desmenuzado 26, es decir corteza y otro combustible a base de madera. Algunas veces también se añaden otra madera de desecho que no puede utilizarse para la producción de pasta, papel, papel tisú o cartón y/o turba a la caldera de corteza 24.

El motivo principal por el que las suspensiones primarias y secundarias 8 y 18 se combinan es el alto contenido en agua de la suspensión secundaria 18 y las dificultades en la desecación de la suspensión secundaria sola. Como resultado de la adición de la suspensión primaria 8 a la suspensión secundaria, el contenido en material sólido, es decir la consistencia, de la suspensión final 20 se eleva hasta un nivel significativamente mayor que cuando se deseca la suspensión secundaria sola. Especialmente cuando se tienen en cuenta tanto los equipos como el gasto de energía en la desecación. Por tanto, el tratamiento de aguas residuales de la técnica anterior presenta como objetivo la incineración de estas suspensiones biológicas. Sin embargo, la incineración de la suspensión biológica no es más que una forma de deshacerse de la suspensión. Significa, por ejemplo, que la enorme cantidad de agua tiene que evaporarse hasta que la suspensión es combustible, y que todos los valiosos minerales, nutrientes, etc. en la suspensión se pierden para siempre, ya que acaban en la ceniza que contiene metales pesados procedentes del combustible desmenuzado. Y, cuando la suspensión primaria se añade a la suspensión biológica, también se pierde además una considerable cantidad de fibra y otro material aplicable en la producción de pasta, papel, papel tisú o cartón.

45 La figura 2 aborda esquemáticamente algunas opciones de tratamiento de la técnica anterior para diferentes flujos secundarios y de desecho de una fábrica de pasta o una fábrica de pasta y papel, es decir de la industria papelera y de la pasta desde una perspectiva ligeramente diferente. De los procedimientos de fábrica de pasta sólo la caldera de corteza 24 y la biorrefinería 30 se han mostrado, de hecho, en la figura 2. La biorrefinería incluye uno o más de por lo menos un reactor de fermentación (para la producción de etanol), por lo menos un digestor anaerobio (para la producción de biogás) y por lo menos una unidad de cultivo de algas. El resto de los recuadros en la figura 2 representan las materias primas, es decir los flujos secundarios y de desecho, los procedimientos, los productos intermedios y los productos finales de los procedimientos de tratamiento globales. Hay tres materias primas, es decir flujos de desecho y secundarios mostrados en la figura 2. La primera es corteza, serrín y otro material 26, el denominado combustible desmenuzado, que se origina a partir del descortezamiento y otra manipulación de troncos en la maderera. La segunda son suspensiones fibrosas 8 recogidas como residuos de las diversas fases de tratamiento de la fábrica de pasta o papel, incluyendo los rechazos de diversas fases de tamizado y clasificación, incluyendo pero sin limitarse a tamizado de astillas, tamizado de pasta cruda, tamizado de finos y limpieza, así como fracciones de desecho procedentes de la deslignificación, el blanqueamiento, desecación, etc. Estos pueden recuperarse también como la suspensión primaria del clarificador primario, tal como se aborda en la figura 1. Y la tercera son las suspensiones biológicas 18 de la instalación de tratamiento de aguas residuales de la fábrica de pasta y/o papel.

Una práctica común es incinerar la corteza y otro material de madera 26 de la maderera en la caldera de corteza 24, utilizándose el calor generado por la caldera de corteza, por ejemplo, en la generación de vapor. Además de quemar corteza y el material de madera, la caldera se utiliza normalmente para quemar por lo menos una parte

de las suspensiones fibrosas 8, algunas veces también por lo menos una parte de las suspensiones biológicas 18, además. Sin embargo, a pesar del hecho de que las suspensiones fibrosas 8 y las suspensiones biológicas 18 se desecan habitualmente antes de alimentarlas en la caldera de corteza 24, su contenido en agua es todavía tan alto que se desperdicia una cantidad considerable del calor generado en la caldera 24, en cierto modo, en la evaporación del agua, es decir el secado de las suspensiones desecadas fibrosas en condición de combustible.

La ceniza 32 que resulta de la combustión en la caldera de corteza 24 contiene metales pesados, que se concentran principalmente en o se originan a partir de la corteza. La presencia de metales pesados limita mucho la utilización de la ceniza de la caldera 32. Tradicionalmente, la ceniza se ha vertido, es decir se ha llevado a un vertedero. Posteriormente se ha sugerido que la ceniza podría fraccionarse de manera que la fracción fina pudiera utilizarse en la industria de materiales de construcción, por ejemplo reemplazando parcialmente al cemento en la producción de hormigón. Las fracciones más gruesas pueden acabar todavía en el vertedero. Una sugerencia adicional ha sido fraccionar 34 la ceniza de manera que los metales pesados se extrajeran en relación con una fracción 36, tras lo cual la otra fracción podría utilizarse en la producción 38 de un fertilizante 40. Esta última opción se ha mencionado en el documento WO-A2-2011151511.

La otra unidad de procedimiento de la fábrica de pasta o la fábrica de pasta y papel mostrada en la figura 2, es decir, la biorrefinería 30, se ha abordado en más detalle tanto anteriormente como en el documento WO-A2-2011151511, por lo cual su funcionamiento y estructura detallada no se divulgan en la presente memoria en más detalle. Sólo se ha mostrado en la figura 2 que la biorrefinería 30 utiliza como su materia prima suspensiones biológicas 18 y por lo menos una parte de las suspensiones fibrosas 8. Se tratan en la biorrefinería por medio de por lo menos una de fermentación, digestión anaerobia y la utilización de algas de manera que se recupera por lo menos uno de entre etanol y metanol 42, compuesto nitroso 44, por ejemplo en forma de sulfito de nitrógeno, y suspensión residual 46, el denominado digestato.

El etanol y el metanol 42 son productos finales valiosos, que pueden comercializarse para su procesamiento adicional o quemarse para crear calor, vapor y/o electricidad, por ejemplo. El compuesto nitroso 44 puede introducirse en la producción 38 del fertilizante 40. La suspensión residual 46 de la biorrefinería, el denominado digestato, normalmente se deseca, por ejemplo, mediante centrifugación y luego se toma para mezclarse con la fracción de ceniza pobre en metales pesados junto con el compuesto nitroso 44. Después de eso la mezcla puede desecarse adicionalmente, y tratarse opcionalmente en una etapa de desecación todavía adicional por medio de una prensa de husillo, para alcanzar un contenido seco suficientemente alto para la granulación y el envasado en sacos de modo que el fertilizante 40 pueda comercializarse adicionalmente. El fertilizante resultante puede ser fertilizante orgánico (biofertilizante) o fertilizante inorgánico dependiendo del origen de sus materias primas.

Los procesos y procedimientos de la técnica anterior abordados anteriormente presentan algunos problemas, que se abordarán en más detalle a continuación.

En primer lugar, cuando se somete a prueba el procedimiento abordado en el documento WO-A2-2011151511 en relación con una fábrica de pasta, la opción de fraccionar la ceniza de la caldera de corteza en una fracción rica en metales pesados y una fracción pobre en metales pesados demostró no ser funcional ya que el fraccionamiento no dio como resultado ninguna variación significativa en el contenido en metales pesados entre las diversas fracciones. La ceniza que se utilizó originalmente en los experimentos era el resultado de incinerar tanto la corteza como otros sólidos que se originan a partir del tratamiento en la maderera de troncos que presentan un tamaño de partícula de alrededor de 25 mm y suspensiones fibrosas que presentan un tamaño de partícula en el área de milímetros. Sin embargo, puesto que ya se sabía que evaporar el agua en exceso de las suspensiones fibrosas en absoluto es económico, las pruebas incluyeron también estudiar un procedimiento en el que el desperdicio de energía en la evaporación se evitaba alimentando tanto las suspensiones fibrosas como las suspensiones biológicas a la biorrefinería. Cuando se realizó esto, la caldera de corteza recibió sólo corteza y otro material de madera basado en la maderera. Entonces, después de eso, se estudió la ceniza recuperada de la caldera, y se aprendió que la distribución de tamaño de los materiales particulados de ceniza se triplicó o se cuadruplicó en comparación con la ceniza de la combustión combinada de corteza y suspensiones fibrosas. Además, cuando se fraccionó tal ceniza, se aprendió que la fracción más fina era rica en metales pesados, y la(s) otra(s) fracción(es) más gruesa(s) era(n) pobre(s) en metales pesados. El contenido en metales pesados de las fracciones más gruesas está muy por debajo de los límites aceptables, por lo cual la(s) fracción(es) más gruesa(s) puede(n) utilizarse en la fabricación de fertilizantes y la fracción fina en la producción de hormigón, por ejemplo. En otras palabras, la ceniza de la caldera de corteza puede utilizarse completamente sin ninguna necesidad de verterse en un vertedero.

En segundo lugar, cuando se estudió adicionalmente el procedimiento abordado en el documento WO-A2-2011151511 en relación con una fábrica de pasta, se aprendió que el cultivo de microbios no crecía de la manera esperada en el reactor de fermentación (producción de etanol) aunque las circunstancias externas eran óptimas. Por tanto, era obvio que había algo incorrecto con la materia prima alimentada al reactor de fermentación. Por tanto, se estudió la constitución de las suspensiones fibrosas en más detalle. Se aprendió que las suspensiones fibrosas contienen impurezas inorgánicas, que interfieren con el funcionamiento de los microbios e impiden el

crecimiento eficaz del cultivo. Como consecuencia, en la presente invención, las suspensiones fibrosas se dividieron o separaron en por lo menos dos fracciones, por ejemplo, por medio de separación centrífuga, es decir por medio de hidrociclón/hidrociclones. La fracción ligera principalmente orgánica de la separación se llevó al reactor de fermentación tras lo cual el comportamiento, es decir el crecimiento del cultivo de microbios fue tal como se esperaba. La fracción gruesa principalmente inorgánica es en su mayor parte material rechazable que puede verse como vertido. Sin embargo, puesto que la producción anaerobia de biogás o la explotación de algas no son sensibles a los constituyentes de la fracción gruesa principalmente inorgánica, también puede llevarse a las mismas. Además, la fracción gruesa principalmente inorgánica puede llevarse a la producción de fertilizante o a la producción del material de construcción.

Los cambios abordados anteriormente en el procedimiento en comparación con los procedimientos de la técnica anterior producen varias ventajas.

- La carga de nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio) en el aire y el agua se reduce considerablemente,
- los nutrientes se transforman a un estado soluble que las plantas pueden utilizar eficazmente,
- los nutrientes se recuperan en la circulación del fertilizante,
- el concepto de la invención ofrece a la fábrica de pasta y papel una nueva fuente de ingresos significativa,
- nuevos productos para la industria papelera y de la pasta, es decir etanol, biogás, fertilizante, aditivos para la producción de hormigón,
- pueden recuperarse proteínas, DHA (ácido docosahexaenoico, un ácido graso omega-3), EPA (ácido eicosapentaenoico, otro ácido graso omega-3), etc., mediante el procesamiento de algas,
- se ahorran los gastos actuales provocados por la incineración de diversas suspensiones,
- se minimiza la cantidad de material de desecho que se lleva al vertedero, por lo cual los costes se minimizan también, y
- el concepto hace posible entrar en el comercio de emisiones.

La figura 3 aborda esquemáticamente un modo de solucionar, por medio de la presente invención, por lo menos algunos de los problemas encontrados en las fábricas de pasta y/o papel de la técnica anterior. En este caso, el punto de partida es naturalmente el mismo, es decir la fábrica 52 de pasta y/o papel descarga diversos flujos de desecho mostrados por simplicidad con una flecha 100. Pueden contener flujos de rechazo de diversos dispositivos de tamizado, filtrado y lavado, flujos de efluente de las fases de digestión, deslignificación y blanqueamiento de una fábrica de pasta, rechazos y filtrados de la circulación corta de la máquina de papel, sección de malla metálica, sección de prensa, manipulación de desperdicios de fabricación y efluentes de la recuperación química, etc. tan sólo por nombrar algunos ejemplos, pero sin limitar de ningún modo los flujos. Ahora, debido a las posibilidades proporcionadas por la presente invención, o bien los filtros, tamices, hidrociclones o bien cualquier otro dispositivo de filtración, clasificación u ordenación utilizado para separar el material de fibra aceptable de los flujos de desecho rechazable puede hacerse funcionar, pero no necesariamente, procurando una separación de fibras máxima, o pueden disponerse nuevos dispositivos de separación 102, pero no necesariamente, para tratar los diversos flujos de modo que el material de fibra aceptable 104 se separe lo más eficazmente posible del flujo de desecho 54. De hecho, puede considerarse que el dispositivo de separación 102 representa la última fase o etapa de separación de cada flujo de desecho particular en la fábrica de pasta o papel, ejecutándose ahora la fase o etapa de separación más eficazmente que antes ya que no es necesario permitir que material fibroso aceptable pase la separación con el fin de presentar más material combustible en la caldera de corteza. En otras palabras, por medio de la presente invención, la recuperación de material de fibra puede mejorarse significativamente o bien haciendo funcionar los dispositivos de separación existentes más eficazmente o bien instalando nuevos dispositivos de separación en ubicaciones apropiadas en el procedimiento. Por tanto, el flujo 54, que es ahora desde el punto de vista de la fábrica flujo de desecho, puede contener mucho menos material fibroso que antes.

El flujo 54 se lleva a un dispositivo de tratamiento 56 apropiado, que puede ser un clarificador primario de la técnica anterior, aunque pueden aplicarse también otros dispositivos de separación. El dispositivo de tratamiento 56 divide el flujo de desecho en una suspensión primaria 58 y un primer efluente 60. Según una forma de realización preferida de la presente invención, la suspensión primaria 58 se lleva a una unidad separadora 98 adicional, que puede ser un único dispositivo o una serie de dispositivos, como hidrociclones, acoplados o bien en serie y/o bien en paralelo y en una o más fases o etapas. El funcionamiento de la unidad separadora 98, en algunos casos, puede basarse no sólo en separación centrífuga por medio de hidrociclones, sino también en tamizado o filtración por medio de tamices de presión, tamices curvados, separadores centrífugos o cualquier combinación de los mismos, por nombrar algunas alternativas sin intención de limitar la invención únicamente a

los dispositivos enumerados. La unidad separadora 98 divide la suspensión primaria en una o más fracciones gruesas y una fracción fina. La fracción fina, es decir la fracción que contiene principalmente materia orgánica, se lleva a una biorrefinería 80, ya que incluye tanto materia orgánica disuelta como fina que puede utilizarse como "materia prima" en la biorrefinería, y especialmente en la producción de etanol si está disponible una etapa de este tipo en la biorrefinería. La(s) fracción(es) más gruesa(s), que contiene(n) impurezas principalmente inorgánicas de tamaño grande y posiblemente algunos nudos y/u otras partículas orgánicas inestimables, o bien puede(n) verse, por ejemplo en un vertedero, o bien utilizarse en la producción de fertilizante en 90 y/o en la industria de materiales de construcción en 86 en la producción de hormigón, por ejemplo.

El primer efluente 60 se lleva a un clarificador secundario 62, que es normalmente una instalación de tratamiento de aguas residuales biológica. El clarificador secundario puede recibir también flujos de desecho de la maderera y/o de la recubridora de la máquina de papel. El clarificador secundario 62 produce una segunda suspensión 68, y un efluente transparente 66 que se descarga a ríos, lagos, mares u océanos, o que se toma de nuevo para utilizarlo en la fábrica de pasta y/o papel. La segunda suspensión 68 denominada suspensión biológica se lleva a la producción de biogás en la biorrefinería 80 cuyo funcionamiento, tal como se abordará en más detalle en relación con la figura 4, da como resultado la producción de, por ejemplo, un fertilizante 90. Ahora, tal como puede observarse en la figura 3, el procedimiento descrito no presenta ningún otro flujo de desecho para introducir en la caldera de corteza 74 aparte del combustible desmenuzado 76, es decir la corteza y otro material combustible a base de madera de la maderera. Naturalmente, pueden proporcionarse a la caldera de corteza otros combustibles como turba o madera de desecho, es decir madera que, por algún motivo, no puede utilizarse para la producción de pasta, papel, papel tisú o cartón. Además, es posible introducir en la caldera de corteza algo de material recuperado del flujo de desecho 54, como por ejemplo nudos, pero, por un lado, la cantidad de tal material es insignificante en comparación con la cantidad global de material combustible alimentada en la caldera de corteza, y por otro lado, el contenido en agua de tal material puede minimizarse fácilmente mediante prensado, por ejemplo, por lo cual, de hecho, un material de este tipo no presenta ningún efecto en el funcionamiento de la caldera de corteza. De esta manera, la ceniza 82 recuperada de la caldera de corteza 74 está en perfecto estado en vista de la clasificación de la ceniza en fracciones pobres en y ricas en metales pesados, así como en fracciones aplicables en la producción posterior de fertilizante y fracciones aplicables para su utilización en, por ejemplo, la industria de materiales de construcción.

La figura 4 aborda esquemáticamente opciones de tratamiento para diferentes flujos secundarios y de desecho de una fábrica de pasta y/o una fábrica de papel según la presente invención. De los procedimientos de la fábrica de pasta, sólo la caldera de corteza 74 y la biorrefinería 80 se han mostrado en la figura 4. La biorrefinería 80 incluye por lo menos un digestor anaerobio para la producción de biogás, y/o por lo menos un reactor de fermentación para la producción de etanol y, si así se desea, por lo menos una unidad de cultivo de algas (explotación de algas). En otras palabras, la biorrefinería puede estar compuesta por 1) una producción de etanol, 2) una producción de etanol y producción de biogás, 3) una producción de etanol, producción de biogás y explotación de algas, 4) una producción de etanol y explotación de algas, 5) producción de biogás o 6) producción de biogás junto con explotación de algas. Adicionalmente, la biorrefinería puede incluir otros dispositivos o unidades de tratamiento incluyendo, pero sin limitarse a filtros, espesantes, prensas, etc. En su variación más sencilla, la presente invención aborda el tratamiento de dos materias primas, es decir flujos de desecho y secundarios, en una caldera de corteza y en una biorrefinería 80. La primera materia prima es corteza y otro material, es decir combustible desmenuzado 76 que se origina a partir de madera o troncos en la maderera, aunque también pueden añadirse a lo mismo turba, madera de desecho y otros combustibles apropiados. La segunda materia prima está formada por suspensiones fibrosas 58 recogidas como residuos de las diversas fases de tratamiento de la fábrica de pasta o papel, incluyendo, pero sin limitarse a ello, rechazos de diversos dispositivos de tamizado, filtración y lavado, flujos de efluente de las fases de digestión, deslignificación y blanqueamiento de una fábrica de pasta, efluentes de la recuperación química, desecación, filtrados de fábrica de papel, etc.

En otra variación de la presente invención, la biorrefinería 80 utiliza como tercera materia prima las suspensiones biológicas 68 que se originan a partir de la planta de tratamiento de aguas residuales biológica de la fábrica de pasta y/o papel.

Según la presente invención, la corteza y otro material de madera 76 que se origina principalmente a partir de la maderera, es decir el combustible desmenuzado, se incineran en la caldera de corteza 74. Ahora que el calor generado por la caldera de corteza 74 puede utilizarse completamente por ejemplo en la generación de vapor, generación de electricidad, calefacción urbana, etc. y no desperdiciarse una parte significativa del mismo en la evaporación de agua de suspensiones biológicas y/o fibrosas, la relación de eficacia de la caldera de corteza mejora enormemente. Ahora, la ceniza 82 que resulta de la combustión en la caldera de corteza contiene metales pesados, pero, tal como ya se abordó anteriormente, puesto que la distribución de tamaño de partícula de la ceniza 82 es muy amplia, y puesto que los metales pesados, por naturaleza, se han adherido en la combustión a la fracción de ceniza fina, es posible dividir la ceniza 82 en 84 en por lo menos una fracción de ceniza fina rica en metales pesados y en por lo menos una fracción de ceniza gruesa pobre en metales pesados. La fracción rica en metales pesados, por ejemplo, puede llevarse a la industria 86 de materiales de construcción donde la fracción de ceniza fina puede utilizarse para reemplazar parte del cemento en la producción de

hormigón. La fracción de ceniza fina, naturalmente, puede utilizarse como vertido, también. La(s) fracción/fracciones pobre(s) en metales pesados pueden llevarse a la producción de fertilizante en 88. La fase de separación 84 se realiza, preferible pero no necesariamente, por medio de un separador neumático.

5 Un modo preferido de clasificación o fraccionamiento de la ceniza 82 en 84 se describe a continuación:

La ceniza que va a fraccionarse o clasificarse se proporciona cuidadosamente a un flujo de gas de baja presión, cuyo flujo de volumen puede ajustarse de manera progresiva. La suspensión de ceniza-gas bien ajustada se guía tangencialmente y con una velocidad elegida a un dispositivo separador cilíndrico, en el que se forma un flujo de  
10 vórtice fuerte. Debido al flujo de vórtice, las partículas de ceniza más grandes se recogen contra la superficie interna del dispositivo separador a lo largo de la cual fluyen hacia abajo a medida que la velocidad de flujo del mismo disminuye. El extremo superior del dispositivo de separador cilíndrico está dotado de un rotor por lo cual la fracción fina puede escapar entre los álabes del rotor junto con el gas de trabajo. La velocidad de rotación del rotor puede ajustarse y, por medio de su velocidad circunferencial, se impide que las partículas de ceniza sólidas  
15 más pesadas entren entre la fracción fina. El extremo inferior del dispositivo separador es cónico. Puede introducirse aire de purga ligeramente presurizado en el extremo del fondo del cono para lavar adicionalmente la materia particulada fina del producto grueso. La construcción del conducto de descarga para la materia gruesa es tal que el gas de trabajo o aire de purga no puede escapar a través del conducto. En el caso de que permanezca demasiada fracción fina en la fracción gruesa, la fracción gruesa puede tratarse de nuevo por medio  
20 de un dispositivo correspondiente, tras lo cual las fracciones finas, que contienen la mayor parte de los metales pesados, recibidas de las dos fases de fraccionamiento que funcionan en serie, pueden combinarse y la fracción gruesa de la segunda fase puede considerarse como otro producto final grueso. El procedimiento de fraccionamiento abordado anteriormente puede estar dispuesto para funcionar según un principio discontinuo, en el que los productos están listos cuando sus proporciones son las deseadas en vista de la cantidad recuperada  
25 de fracción fina.

Volviendo de nuevo a las "materias primas" de la instalación de tratamiento de flujos de desecho y secundarios, la suspensión fibrosa 58, según la presente invención, se lleva a una unidad separadora 98 para fraccionarse en  
30 por lo menos una fracción ligera principalmente orgánica y una pesada principalmente inorgánica, preferentemente mediante una unidad de hidrociclón/limpiador centrífugo que presenta una o más fases. La fracción ligera principalmente orgánica que contiene, por ejemplo material orgánico disuelto, finos, etc. se lleva a la biorrefinería 80 y la fracción pesada principalmente inorgánica que contiene, por ejemplo arena, fracciones de nudos más grandes, etc. a la producción de fertilizante 88, u opcionalmente a la industria 86 de materiales de construcción, es decir a la producción de materiales de construcción, como aditivo para la producción de  
35 hormigón. Naturalmente, la fracción pesada puede utilizarse también como vertido. La separación puede realizarse también de manera que se recogen tres fracciones de modo que la fracción más ligera, principalmente orgánica va a la biorrefinería 80, preferentemente al reactor de fermentación, aunque la digestión anaerobia también funcionará, y las dos fracciones más gruesas principalmente inorgánicas a la fabricación de fertilizante 88 y la industria 86 de materiales de construcción. En cuanto a la separación o clasificación del flujo de desecho  
40 fibroso en dos o más fracciones en una unidad separadora 98, la invención cubre la totalidad de tales fases de separación que tratan el flujo de desecho fibroso 58 de manera que uno de los flujos, es decir la fracción más ligera o más fina principalmente orgánica se lleva a la biorrefinería, y otra fracción/las otras fracciones o bien a la producción de fertilizante, a la producción de materiales de construcción, al vertedero o a cualquier otro lugar donde se utilice la fracción. La(s) fracción/fracciones más gruesa(s) puede(n) introducirse también en el digestor  
45 anaerobio y/o la explotación de algas, si la biorrefinería incluye tales, ya que no son sensibles a los constituyentes de la(s) fracción/fracciones más gruesa(s). Además, la unidad de separación 98 puede ser cualquier aparato conocido que pueda realizar su tarea de la manera deseada.

En otras palabras, la biorrefinería 80 de la presente invención, dependiendo de su variación, puede utilizar como  
50 su materia prima, preferentemente, tanto suspensiones biológicas 68 como una parte seleccionada de las suspensiones fibrosas 58, si cada una de ellas está disponible, si no, la biorrefinería tiene que arreglárselas con la materia prima disponible.

Según la variación más sencilla de la presente invención, la fracción principalmente orgánica de la suspensión  
55 fibrosa 58 se lleva a la fermentación para la producción de etanol, y el digestato procedente de la fermentación se lleva a la fabricación del fertilizante. En una variación desarrollada adicional de la presente invención, la fracción principalmente orgánica se lleva a la fermentación, se produce etanol y el digestato se lleva a la digestión anaerobia para la producción de biogás, tras lo cual el digestato de la digestión anaerobia se lleva a la producción de fertilizante. Y en una variación desarrollada adicional de la presente invención, el digestato procedente de la fermentación o de la digestión anaerobia se filtra y el filtrado se lleva a la explotación de algas  
60 para hacer crecer algas de manera que la masa de las algas puede utilizarse en la fermentación o en la digestión anaerobia. En las variaciones que incluyen digestión anaerobia, la suspensión biológica de 68 se lleva a la misma para aumentar la producción de biogás.

65 Por tanto, en el caso de que el tratamiento de los flujos de desecho tenga lugar tanto en la fermentación como en la digestión anaerobia y si están disponibles tanto suspensiones biológicas como fibrosas, pueden recuperarse

por lo menos etanol y biogás/metanol 92, compuesto nitroso 94, por ejemplo en forma de sulfito de nitrógeno, y suspensión residual 96, el denominado digestato. Sin embargo, tal como ya se mencionó anteriormente, la biorrefinería 80 puede no presentar todas las etapas de tratamiento, por lo cual, por ejemplo, es posible que la biorrefinería 80 no produzca biogás/metano, es decir la digestión anaerobia no se ha dispuesto en la biorrefinería. Y, en consecuencia, puesto que el compuesto de nitrógeno se separa normalmente del biogás, puede no haber ningún compuesto de nitrógeno que pudiera separarse. Sin embargo, está presente el nitrógeno que se origina a partir de las suspensiones fibrosas 58, ha cambiado a un estado soluble en la fermentación y permanece en la suspensión residual 96 o digestato, recuperado de la biorrefinería 80, por lo cual acabará en el fertilizante de todas formas. Puesto que el nitrógeno está en formato soluble cuando entra en el fertilizante, las plantas pueden utilizarlo muy eficazmente. Lo mismo se aplica al fósforo, que se transforma en la fermentación o en la digestión anaerobia en un estado soluble.

Los productos finales de la biorrefinería de la presente invención se abordarán en más detalle a continuación. El etanol 82 y el biogás/metano/metanol 92 son productos finales valiosos, que pueden comercializarse para su procesamiento adicional o quemarse para crear electricidad, por ejemplo. El compuesto nitroso 94, si está disponible, puede introducirse en la producción 88 del fertilizante 90. La suspensión residual 96, el denominado digestato, se deseca y luego se lleva a la mezcla con la fracción de ceniza pobre en metales pesados junto con el compuesto nitroso 94. La fracción pesada, o una de las fracciones más pesadas, de la fase de separación/fraccionamiento 98 de las suspensiones fibrosas 58, puede introducirse también en la fabricación de fertilizante. Una ventaja de llevar la fracción pesada/más pesada principalmente inorgánica de la fase de separación 98 de suspensiones fibrosas a la fabricación de fertilizante es que la consistencia de la mezcla es fácilmente tan alta que la desecación adicional puede realizarse por medio de una prensa de husillo. Tras la desecación, la mezcla se granula y se envasa en sacos para comercializarse como fertilizante. El fertilizante resultante puede ser fertilizante orgánico u inorgánico dependiendo del origen de sus materias primas.

En cuanto a la utilización de flujos de desecho de fábricas de pasta en la presente invención, su motivación se abordará en más detalle a continuación. Los flujos que se originan a partir de la línea de fibras (incluyendo, pero sin limitarse a, fases de producción de pasta mecánica o química, deslignificación, blanqueamiento, tamizado, filtración, lavado, etc.) o recuperación química de una fábrica de pasta, preparación de la pasta cruda, sección de malla metálica y/o sección de prensa de una máquina de papel, cartón o papel tisú se han llevado tradicionalmente hacia la eliminación o el tratamiento de aguas residuales ya en una fase tal que hay material recuperable valioso que queda en los flujos. Los flujos pueden contener material de fibra o material de carga que podría recuperarse. Estos materiales se denominan en este caso, y anteriormente, suspensiones fibrosas. Sin embargo, puesto que la incineración de la técnica anterior de la suspensión biológica en la caldera de corteza ha requerido que una determinada cantidad de las suspensiones fibrosas se introduzca en la suspensión biológica, de modo que su contenido en materia seca puede elevarse de manera más próxima al nivel combustible, se desperdicia la cantidad requerida de suspensiones fibrosas. Según la presente invención, los flujos de desecho y secundarios orgánicos de la fábrica de pasta y/o papel que contienen lignina, celulosas, hemicelulosas, etc. disueltas a partir del material de madera en por lo menos uno de entre el blanqueamiento y la deslignificación de digestión, así como residuos de fibras y cargas, etc. pueden utilizarse como materia prima en la biorrefinería, es decir en por lo menos o bien la producción de etanol, o bien en el digestor anaerobio, o en ambos y posiblemente reforzando adicionalmente el procedimiento con la utilización de algas. De hecho, se ha aprendido que la introducción del material orgánico disuelto en la biorrefinería, en lugar de por ejemplo incinerarlo en la caldera de recuperación o caldera de corteza, refuerza significativamente el funcionamiento del procedimiento de biogás. En la práctica, los flujos de desecho y secundarios pueden utilizarse completamente. Un flujo ventajoso de una fábrica de pasta que puede utilizarse por el procedimiento de la presente invención es el filtrado recogido del lavador o la prensa de lavado ubicada tras la etapa de deslignificación en la fábrica de pasta. El filtrado contiene toda la materia orgánica disuelta a partir de la pasta en la fase líquida en las numerosas etapas de lavado de las fases de blanqueamiento y deslignificación de la fábrica de pasta. Deberá entenderse que el agua recogida como filtrado de deslignificación no sólo contiene la materia orgánica y nutrientes disueltos en la deslignificación, sino también disueltos en por lo menos algunas fases de blanqueamiento, ya que el líquido se ha llevado a la prensa de lavado/lavador de la fase de deslignificación en contracorriente desde las fases de blanqueamiento. La práctica de la técnica anterior bien probada ha sido introducir el filtrado de la prensa de lavado/lavador de la fase de deslignificación como líquido de lavado al lavador de la pasta cruda desde donde el filtrado se ha llevado a la recuperación química, mediante lo cual toda la materia orgánica junto con los nutrientes en el filtrado se ha quemado en la caldera de recuperación. Ahora, la presente invención sugiere un procedimiento nuevo de utilización de la materia orgánica disuelta y los nutrientes (fósforo y nitrógeno) en la biorrefinería.

El tratamiento abordado anteriormente de diversos flujos de desecho y secundarios de la industria papelera y de la pasta en una biorrefinería para dar como resultado una suspensión residual que contiene diversos nutrientes y compuestos también mejora las propiedades del fertilizante de modo que el fertilizante resultante puede utilizarse no sólo como fertilizante sino también para reemplazar la utilización de potasio como agente de mejora del suelo, por nombrar una ventaja adicional. Los nutrientes, por ejemplo fósforo y nitrógeno, recuperados del procedimiento abordado anteriormente están en formato soluble, de la misma manera que en fertilizantes fabricados químicamente, también, por lo cual las plantas pueden utilizar fácil y rápidamente los nutrientes. Con respecto a la materia inorgánica que se origina a partir de las suspensiones fibrosas, es decir la fracción pesada,

puede utilizarse como tal en la producción de hormigón.

Como prueba de las propiedades ventajosas del fertilizante producido según la presente invención, se presentan en la presente memoria los resultados de una prueba.

5

La suspensión biológica recibida de una instalación de tratamiento de aguas residuales de una fábrica de pasta se llevó a un digestor anaerobio para la producción de biogás, el digestato del digestor anaerobio se llevó a la fabricación de un fertilizante en la que también se introdujo ceniza fraccionada procedente de una caldera de corteza. La ceniza procedente de una caldera de corteza que quema simplemente combustible desmenuzado se fraccionó de manera que los metales pesados se concentraron en la fracción fina, mientras que la fracción gruesa se llevó a la producción de fertilizante. El fertilizante se fabricó tal como se abordó en la memoria descriptiva anterior y se facilitó a la Universidad de Helsinki para que lo examinara y sometiera a prueba. Los resultados de prueba mostraron que el fertilizante cumplía los requisitos de un fertilizante orgánico y que el fertilizante proporcionó un crecimiento un 10% superior o incluso mejor que fertilizantes químicos comercialmente disponibles.

10

15

Merece la pena mencionar el ajuste de la consistencia de los diversos flujos y suspensiones en el procedimiento abordado anteriormente. Principalmente debido a que las fábricas de pasta y papel utilizan dispositivos, que difieren mucho entre sí, para tamizar, filtrar o desecar diversos flujos, también las consistencias de los flujos resultantes son variables. Las consistencias variables de ambos flujos que entran en el procedimiento de la invención y los flujos que circulan entre diversas fases de procedimiento en el procedimiento de la presente invención pueden requerir la desecación o dilución de los flujos. Puesto que las diferentes etapas de dilución o desecación no cambian las características o principios básicos de la invención, no se han abordado en más detalle adicional anteriormente.

20

25

Ha de indicarse que anteriormente sólo se han abordado algunas de las formas de realización o variaciones más preferidas de la presente invención. Por tanto, es obvio que la invención no se restringe a las formas de realización y variaciones descritas anteriormente, sino que puede aplicarse de muchos modos diferentes dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

30

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de procesamiento de flujos de desecho y secundarios de la industria papelera y de la pasta, comprendiendo los flujos de desecho y secundarios por lo menos corteza y otros flujos de desecho a base de madera, el denominado combustible desmenuzado (76), y por lo menos un flujo de desecho fibroso (54); comprendiendo la disposición de procesamiento de una fábrica de pasta y/o papel (52) por lo menos una caldera de corteza (74) para quemar combustible desmenuzado, una planta biológica (62) de tratamiento de aguas residuales y una biorrefinería (80) que comprende por lo menos fermentación/producción de etanol, comprendiendo el procedimiento las etapas de introducir combustible desmenuzado (76) en la caldera de corteza (74) para producir ceniza (82), introducir el por lo menos un flujo de desecho fibroso (54) en un dispositivo de tratamiento (56) para dividir el por lo menos un flujo de desecho fibroso (54) en una suspensión primaria fibrosa (58) y un primer efluente (60), e introducir el primer efluente (60) en la planta biológica (62) de tratamiento de aguas residuales, estando caracterizado el procedimiento por las etapas de
- 5
- 10
- 15 a) proporcionar a la disposición de procesamiento una unidad separadora (98),
- b) introducir la suspensión primaria fibrosa (58) en la unidad separadora (98),
- 20 c) dividir la suspensión primaria fibrosa por medio de la unidad separadora (98) en por lo menos dos fracciones, es decir una fracción ligera principalmente orgánica y por lo menos una fracción pesada principalmente inorgánica,
- d) introducir la fracción ligera principalmente orgánica en la biorrefinería (80) para la fermentación para la producción de etanol y/o biogás y digestato (96),
- 25 e) llevar el digestato (96) de la biorrefinería (80) a la producción de fertilizante (88),
- f) llevar la ceniza (82) de la caldera de corteza (74) al fraccionamiento (84),
- 30 g) fraccionar la ceniza en por lo menos una fracción gruesa pobre en metales pesados y una fracción de ceniza fina rica en metales pesados,
- h) llevar la por lo menos una fracción de ceniza gruesa pobre en metales pesados a la producción de fertilizante (88) para producir una mezcla de fertilizante junto con el digestato.
- 35
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por proporcionar a la biorrefinería una digestión anaerobia/producción de biogás.
- 40
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por introducir, antes de la etapa e), por lo menos una suspensión biológica (68) en la biorrefinería (80).
4. Procedimiento según la reivindicación 1, 2 o 3, caracterizado por desecar el digestato (96) antes de combinarlo con la por lo menos una fracción de ceniza gruesa.
- 45
5. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por tratar la fracción ligera principalmente orgánica y la por lo menos una suspensión biológica (68) en la biorrefinería (80) para producir un compuesto nitroso (94).
6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por introducir el compuesto nitroso (94) en la producción de fertilizante (88).
- 50
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por desecar la mezcla de fertilizante antes de combinarla con el compuesto nitroso (94).
8. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por desecar la mezcla de fertilizante antes de la granulación y el envasado.
- 55
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por introducir material orgánico disuelto en por lo menos una de entre digestión, designificación y blanqueamiento en la biorrefinería (80).
- 60
10. Procedimiento según las reivindicaciones 2 y 9, caracterizado por utilizar el material orgánico disuelto para reforzar el funcionamiento de la producción de biogás.
- 65
11. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por utilizar la fracción de ceniza fina rica en metales pesados y/o por lo menos una fracción pesada principalmente inorgánica como aditivo en la industria de materiales de construcción.

- 5 12. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por recoger los flujos de desecho fibrosos de la producción de pasta mecánica, quimiomecánica y/o química y/o la producción de papel, cartón y/o papel tisú como por lo menos uno de entre los flujos de rechazo del tamizado de astillas, tamizado de pasta cruda, tamizado de finos, limpieza centrífuga, flujos de desecho de filtrado procedentes de fases de filtración/lavado en relación con digestión, lavado de pasta cruda, deslignificación, blanqueamiento, diversos flujos de rechazo y de filtrado de la circulación corta de la máquina de papel, sección de malla metálica, sección de prensa, manipulación de desperdicios de fabricación y efluentes de la recuperación química.
- 10 13. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la unidad separadora (98) es por lo menos un hidrociclón.
- 15 14. Fertilizante producido según el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el fertilizante (90) se forma, por lo menos parcialmente, del digestato (96) recogido de una biorrefinería que trata uno o más flujos de desecho fibrosos de una fábrica de pasta y/o papel, flujos de desecho fibrosos a partir de los que se separa la fracción pesada principalmente inorgánica y de una fracción de ceniza pobre en metales pesados recogida de una caldera de corteza de una fábrica de pasta y/o papel.
- 20 15. Fertilizante según la reivindicación 14, caracterizado por que el fertilizante (90) comprende además nutrientes, como nitrógeno y fósforo, recogidos de la biorrefinería en formato soluble.
16. Fertilizante según la reivindicación 14 o 15, caracterizado por que el fertilizante (90) comprende potasio recogido de la biorrefinería, por lo cual el fertilizante también puede utilizarse como agente de mejora del suelo.

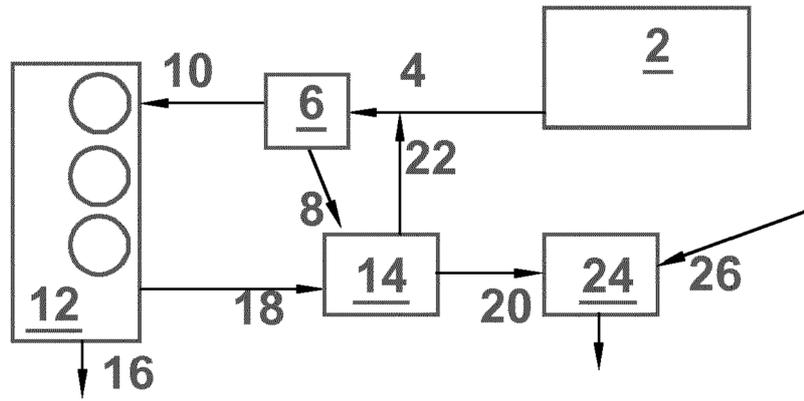


Fig. 1 Técnica anterior

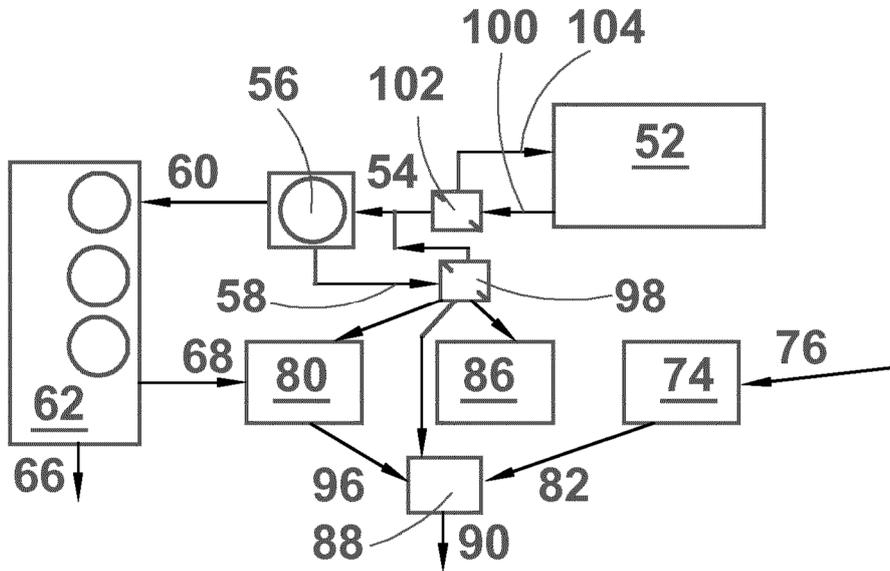


Fig. 3

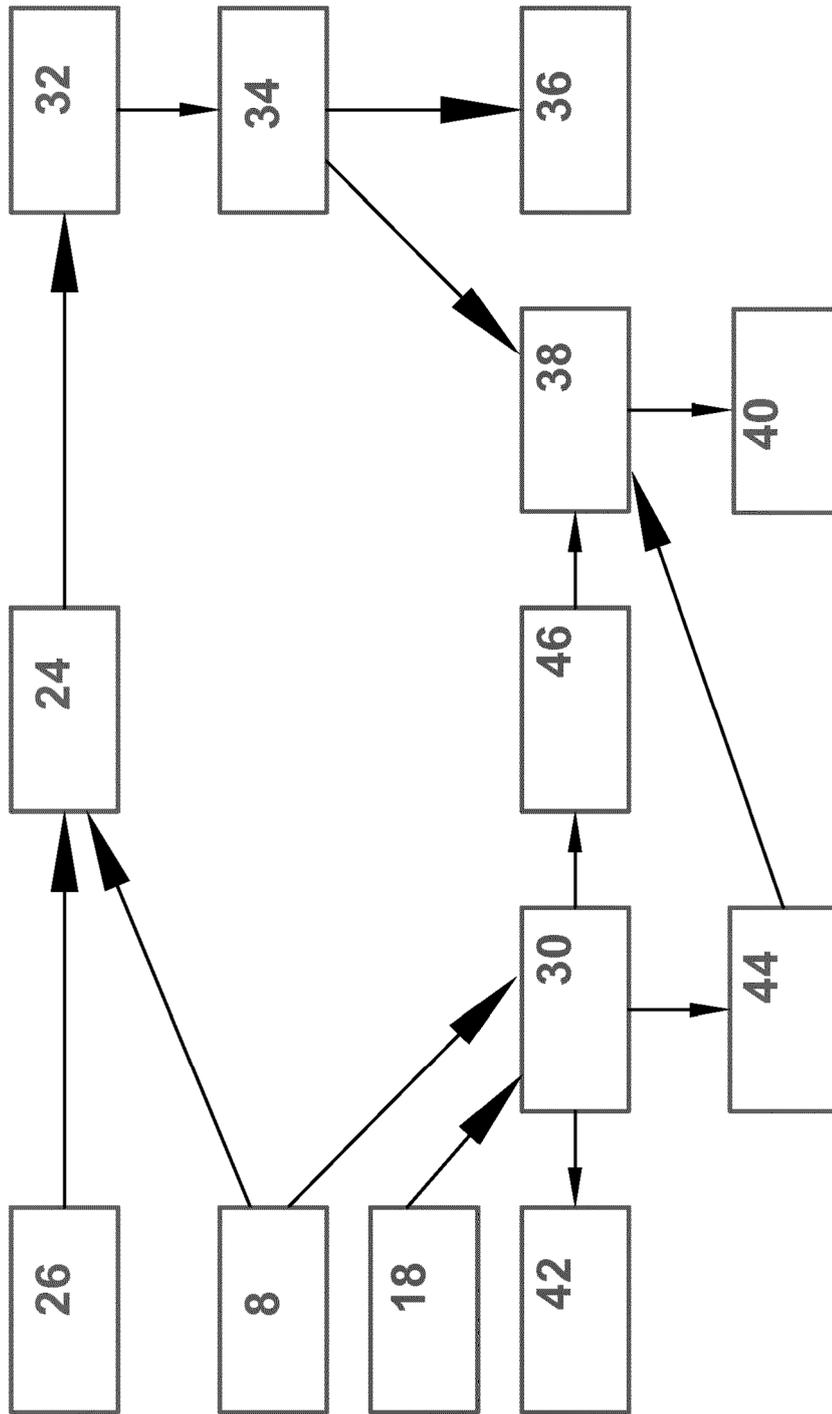


Fig. 2 Técnica anterior

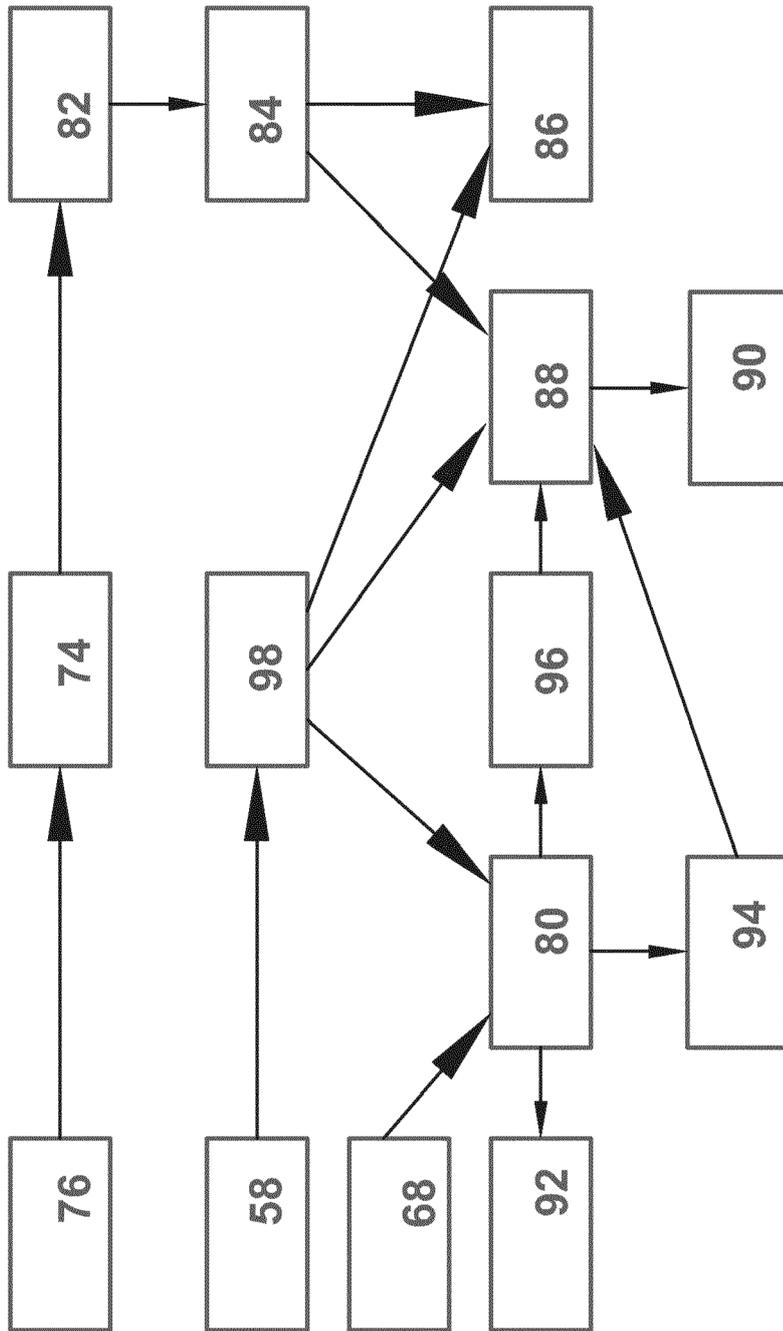


Fig. 4