

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 527 218**

51 Int. Cl.:

**F23G 5/027** (2006.01)

**F23G 5/04** (2006.01)

**F23G 5/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2010 E 10729796 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.10.2014 EP 2449309**

54 Título: **Sistema de administración de desechos**

30 Prioridad:

**29.06.2009 GB 0911220**

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

**21.01.2015**

73 Titular/es:

**COLDUNELL LIMITED (100.0%)  
Coldunell House, Dawes Court  
Esher, Surrey KT10 9QD, GB**

72 Inventor/es:

**SWEENEY, JOHN GERARD**

74 Agente/Representante:

**LAZCANO GAINZA, Jesús**

**ES 2 527 218 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 administración de desechos

5 Memoria descriptiva

La presente invención se refiere a un sistema de administración de desechos y a un sistema de generación de energía que incluye el sistema de administración de desechos. El sistema de administración de desechos de la presente invención se refiere, de manera total, a los materiales de desechos los cuales incluyen materiales combustibles.

10 La eliminación limpia, efectiva y ambientalmente amigable de materiales de desechos domésticos e industriales, incluyendo los materiales de desecho combustibles, proporcionan desafíos constantes para la industria, los gobiernos nacionales y las autoridades locales.

15 Los métodos para la eliminación de los desechos, tales como el entierro de los desechos en rellenos sanitarios municipales tienen muchas desventajas. Estas incluyen la necesidad de grandes extensiones de tierra, las cuales, de otra manera, pueden ser mejor utilizadas, la perspectiva de la basura arrastrada por el viento, la atracción a las ratas y otras alimañas y la generación de gases de efecto invernadero, tales como metano, puede ser el resultado de la biodegradación de los desechos.

20 Otros métodos de eliminación incluyen la incineración, la cual involucra la combustión del material de desecho. Aunque con frecuencia es conveniente para la eliminación de materiales peligrosos, la incineración es un método poco popular de eliminación de desechos, en donde existe la perspectiva de gases tóxicos y otra contaminación que es liberada a la atmósfera. Los incineradores tradicionales también son conocidos por tener grandes huellas de carbono y perfiles altos.

25 Como una alternativa a los métodos de eliminación de desechos señalados anteriormente, es conocido el uso de los materiales de desechos combustibles como combustibles para generar energía. En un mundo en el que disminuyen las reservas de combustible fósil, la incertidumbre de suministros regulares de gas y petróleo se debe con frecuencia a factores geopolíticos, y los riesgos ambientales que posee la energía nuclear, que genera energía a partir de los materiales de desecho, se considera un campo de iniciativa atractivo. Esto se debe a que éste aborda tanto los problemas administración de los desechos como el suministro de fuentes de combustible alternativas. Sin embargo, muchos de los métodos conocidos son ineficientes en recursos, costes y energía. Por consiguiente, se han buscado los medios alternativos de administración de desechos y la conversión de materiales de desecho en fuentes de energía, que sean eficientes en recursos, costes y energía. La presente invención tiene como objetivo lograr algunos de estos medios.

35 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un sistema de administración de desechos integrado, que comprende:

una fuente de material de desecho combustible;

40 un separador para separar el material de desecho combustible de un material reciclable;

un secador sin aire para secar el material de desecho combustible para generar una materia prima de pirólisis;

45 un agente de pirólisis para someter a pirólisis la materia prima de pirólisis para formar carbón de leña y pirogás;

un gasificador para convertir el carbón de leña en singás, y

50 unos medios para suministrar vapor calentado hacia afuera del secador sin aire generado durante la generación de la materia prima de pirólisis al gasificador

Adicionalmente, de acuerdo con la presente invención, se proporciona un método integrado de administración de desechos, que comprende:

55 (a) proporcionar una fuente de un material de desechos combustibles;

(b) separar el material de desechos combustibles del material reciclable presente en la fuente;

(c) secar el material de desecho combustible en un secador sin aire para generar una materia prima de pirólisis seca;

60 (d) someter a pirólisis la materia prima de pirólisis seca para formar carbón de leña y pirogás;

(e) convertir el carbón de leña en singás en un gasificador, y

(f) suministrar vapor calentado salido del secador sin aire generado durante la generación de materia prima de pirólisis al gasificador.

5

El sistema y método integrado de administración de desechos de la presente invención proporciona un medio eficiente en costo y energía de procesamiento industrial y materiales de desecho domésticos, mediante el cual, se obtienen los materiales combustibles adecuados para la conversión en energía corriente abajo y los materiales de desecho no considerados adecuados para la conversión en energía, pero que son reciclables, pueden separarse y procesarse por separado en una planta de reciclado. Por consiguiente, con la presente invención se puede lograr un compromiso mínimo de los esfuerzos de reciclado amigables con el ambiente, contribuyendo de esta manera a los beneficios ecológicos totales del procesamiento de materiales de desecho.

10

15

Los procesos de pirólisis totalmente son más eficientes entre menor sea el contenido de humedad del material que está siendo sometido a pirólisis. En la presente invención, el uso de un secador sin aire proporciona ahorros de energía totales significativos en términos de operación del sistema, ya que se requiere aproximadamente el 30% menos de energía para operar un secador sin aire por unidad de peso del material que está siendo secado en comparación con un secador de aire convencional. Adicionalmente, los tiempos de secado reducidos del material de desecho, normalmente de 40 a 50 minutos menos son los requeridos con el secador sin aire en comparación con otras formas de secado, agregando de esta manera a la eficiencia total del sistema en términos de tiempos de procesamiento.

20

Adicionalmente, de acuerdo con la presente invención, se proporciona un sistema de generación de energía que comprende el sistema de administración de desechos de acuerdo con la presente invención y que comprende adicionalmente un oxidante para la oxidación a temperatura alta del singás y pirogás generado a partir de la materia prima de pirólisis para generar calor para la producción de energía.

25

Todavía adicionalmente, de acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para la generación de energía de acuerdo con la presente invención que comprende el método integrado de administración de desechos de acuerdo con la presente invención, y comprende preferiblemente el paso de:

30

(g) oxidar el singás y/o pirogás a alta temperatura en un oxidante para generar calor para generación de energía.

Al tener un sistema de generación de energía integrado que comprenda un sistema de administración de desechos integrado de acuerdo con la presente invención, todos los pasos desde el depósito en la planta de procesamiento de desechos de una fuente de un material de desecho de combustible hasta la generación de energía (por ejemplo, generación de energía eléctrica desde una unidad de turbina de vapor convencional) se pueden realizar en un sitio. Esto proporciona ahorros en costes y recursos significativos, debido a que reduce los costes de transporte (por ejemplo, entre una planta de separación de desechos, una planta de secado de desechos, y las plantas de pirólisis, gasificación y oxidación/generación de energía) y también permite la eficiencia de energía total mejorada a través del suministro de circuitos de retroalimentación de energía de calor entre los diversos componentes de los sistemas.

35

40

Adicionalmente, los procesos de combustión conocidos en la técnica para la generación de energía totalmente experimentan pirólisis, gasificación y oxidación de singás (u otros gases de combustión) como un proceso de paso único. En contraste, el sistema y método de generación de energía de acuerdo con la presente invención está adaptado para separar la pirólisis de una materia prima de pirólisis de material de desecho seco, la gasificación de los productos de pirólisis y la oxidación de los gases combustibles a partir del paso de gasificación. Esto permite un grado alto de control sobre cada paso, diferente en un proceso de paso único, ya que éste ocurre en un incinerador de quemado en masa convencional utilizado para la generación de energía.

45

Un sistema de administración de desechos integrado relacionado y el método correspondiente llevado a cabo en pasos separados se conoce del documento WO 2006/117824, que describe un sistema que comprende una fuente de material de desecho combustible, un separador para separar el material de desecho combustible en fracciones que tienen diferentes tamaño de partícula, un secador para secar el material de desecho combustible para generar materia prima de pirólisis, un agente de pirólisis para someter a pirólisis la materia prima de pirólisis para formar carbón de leña y pirogás y un gasificador para convertir el carbón de leña y/o pirogás en singás.

50

55

Las diferencias entre el sistema de administración de desechos integrado y el método de acuerdo con la presente invención y el sistema y método conocido del documento anteriormente mencionado son que el separador es adecuado para separar el material de desecho combustible de un material reciclable, el secador es un secador sin aire y el sistema comprende además unos medios para suministrar vapor calentado hacia afuera del secador sin aire generado durante la generación de materia prima de pirólisis al gasificador.

60

Adicionalmente, en la presente invención, preferiblemente todo el material de desecho combustible es calentado en el agente de pirólisis o gasificador a una temperatura uniforme (normalmente de 250 a 600°C) sin exceder los 900°C. En la incineración convencional en la tierra, con frecuencia existen puntos calientes y puntos fríos que tienen como resultado que ciertos materiales de desecho combustible no se calientan de manera suficiente y permanecen sin quemarse en el residuo de cenizas resultante. Por el contrario, una parte del material de desechos combustible puede sobrecalentarse, y liberar productos derivados de combustión gaseosos tóxicos. En contraste, en la presente invención se puede asegurar que sustancialmente todo el material de desecho combustible se descompone térmicamente en el agente de pirólisis o gasificador. También, que esencialmente, ningún material de desecho combustible es sobrecalentado, de manera que los contaminantes tóxicos gaseosos y/o volátiles se mantienen en el mínimo.

Adicionalmente, de acuerdo con la presente invención, la combustión (oxidación) en el agente oxidante tiene un gas de valor calorífico medio (es decir, singás y/o pirogás) en un ambiente de oxidación altamente controlado con temperaturas de oxidación uniformes. De esta manera, los puntos calientes y los puntos fríos, nuevamente se mantienen en el mínimo o son eliminados en comparación con la zona de combustión en un incinerador de quemado de masa convencional, dando como resultado de esta forma, una combustión sustancialmente completa de los gases con concentraciones menores de monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles en los gases de escape que emanan del agente oxidante. Adicionalmente, una temperatura de oxidación uniforme tiene como resultado la generación de niveles menores de óxidos de nitrógeno generados por temperatura ( $\text{NO}_x$  térmico), mientras que los procesos de pirólisis y gasificación debido a su naturaleza de reducción reducen la generación de óxidos de nitrógeno generados por el combustible ( $\text{NO}_x$  combustible). Por consiguiente, los niveles de óxido de nitrógeno en los gases de escape del agente oxidante utilizados en la presente invención normalmente son menores que aquellos de un incinerador de quemado en masa convencional.

Preferiblemente, el separador utilizado de acuerdo con la presente invención, comprende uno o más de un tambor, un separador magnético, un separador balístico, un separador de corriente en remolinos, un medio de separación óptico y una trituradora de papel. Esto permite la capacidad de adaptación de la presente invención para separar tipos diferentes de desechos dependiendo de la composición de desechos. Por ejemplo, el desecho de una fuente que contiene únicamente desechos biológicos caseros y desechos basados en papel, normalmente puede requerir solo de un separador que comprende un tambor y una trituradora de papel. Por otra parte, el mismo desecho biológico casero que también contiene materiales de plásticos reciclables (por ejemplo, botellas, envolturas de alimentos, etc.) también puede incluir un componente de separación óptica automatizado para separar estos materiales reciclables de los desechos. Antes de la separación del material de desechos combustible en sus diversos componentes, se puede utilizar un abridor de bolsas automatizado para abrir las bolsas de materiales de desecho transportadas a una planta de administración de desechos desde una ubicación externa, tal como el vertedero sanitario municipal.

Preferiblemente, el secador sin aire seca el material de desechos combustible con vapor súper caliente (normalmente a una temperatura desde 135 hasta 145°C) como el medio de secado. En el secador sin aire, el secado preferiblemente es conducido en la ausencia de oxígeno para evitar la combustión del material de desecho combustible. Por consiguiente, preferiblemente el secador sin aire evita sustancialmente el ingreso de aire atmosférico durante una operación de secado. Para mantener al mínimo la pérdida de calor, preferiblemente el secador sin aire comprende una superficie exterior aislante para retener el calor y para mejorar la eficiencia de energía total del sistema. Los sistemas de secado sin aire conocidos en la materia son descritos en los documentos GB 2 281 383 A y GB 2 378 498 A.

En los sistemas y métodos de la presente invención, el material de desecho combustible normalmente tiene un contenido de humedad inicial (por ejemplo,  $\text{H}_2\text{O}$ ) en el intervalo del 30 a 40% en peso. Después del secado del material de desecho combustible en el secador sin aire, preferiblemente, la materia prima de pirólisis tiene un contenido de humedad del 0 al 20% en peso, más preferiblemente del 2 al 18% en peso, y todavía más preferiblemente del 5 al 15% en peso.

Preferiblemente, la pirólisis de la materia prima ocurre a una temperatura dentro del intervalo de 250 hasta 600°C. El carbón de leña es el producto de residuo sólido de la combustión incompleta de los materiales orgánicos. El pirogás, normalmente es definido como una combinación de gases que incluyen metano, vapor de agua, monóxido de carbono e hidrógeno además de los compuestos orgánicos volátiles no quemados presentes en los materiales de desecho, incluyendo alquitranes y otros componentes de peso molecular alto.

El singás (conocido de otra forma como "gas de síntesis") es definido como una mezcla pura o casi pura de monóxido de carbono e hidrógeno generado a partir de la reacción de temperatura alta del carbono presente en el carbón de leña u otros compuestos orgánicos con vapor de agua y aire u oxígeno. Preferiblemente, la gasificación ocurre a una temperatura dentro del intervalo de 850 a 900°C.

En un aspecto de la presente invención, el secador sin aire comprende el agente de pirólisis. Es decir, el secador sin aire puede ser adaptado con configuraciones de temperatura superiores (por ejemplo, de 250 a 600°C) que para su modo de

secado (por ejemplo, de 110 a 150°C) para actuar como un aparato de pirólisis. Esto tiene el beneficio de tener un componente menos presente en el sistema de acuerdo con la presente invención, proporcionando de esta manera espacio en la planta de administración de desechos y ahorro de costes.

5 Preferiblemente, el sistema integrado de administración de desechos incluye un secador sin aire, el cual genera la salida de vapor caliente derivada de la humedad extraída del material de desechos combustibles durante el proceso de secado, en donde una porción de la salida del vapor caliente, la cual, de otra manera es liberada en la atmósfera es suministrada al gasificador para ayudar con los requerimientos de energía y reacción del gasificador proporcionando vapor de calor y agua. Esta característica puede contribuir a la eficiencia de energía total del sistema de acuerdo con la presente invención.

10 Preferiblemente, la energía generada de acuerdo con el sistema y el método de generación de energía de la presente invención, es energía eléctrica. Preferiblemente, la producción de energía eléctrica comprende el uso de un aparato de ciclo de vapor. El aparato de ciclo de vapor puede ser una unidad de turbina de vapor convencional bien conocida para los expertos en la técnica. Una porción del valor caliente que sale del secador sin aire puede utilizarse para precalentar el ciclo de vapor de una unidad de turbina de vapor. Adicionalmente, el aparato de ciclo de vapor puede ser adaptado para dirigir la energía de calor para ayudar con los requerimientos de energía del secador sin aire. Esto puede lograrse mediante una transferencia directa de energía de calor o por medio de la unidad de retención de calor. Nuevamente, cada una de estas características puede ayudar contribuyendo a la eficiencia de energía total de los sistemas de acuerdo con la presente invención.

20 La unidad de turbina de vapor normalmente comprenderá una caldera diseñada para apagar los gases de escape rápidamente, los cuales son generados en el agente oxidante. Normalmente, este apagado de la temperatura de gas de escape es desde 450°C hasta 200°C. El apagado sobre este intervalo de temperatura totalmente ocurre en menos de aproximadamente 0.5 segundos. El apagado rápido de los gases de escape es reducir al mínimo el potencial para la síntesis de *novo* de compuestos tóxicos, tales como dioxinas y furanos en la caldera, los cuales pueden ser liberados en la atmósfera creando un riesgo de contaminación. Dicha síntesis de *novo* también se reduce al mínimo debido a la efectividad de los pasos secuenciales (por ejemplo, temperatura controlada) de pirólisis, gasificación y pasos de oxidación del sistema de generación de energía de la presente invención, lo cual ayuda a destruir a los precursores de la síntesis de *novo* en cada paso.

30 Preferiblemente, el sistema de generación de energía de la presente invención comprende adicionalmente una unidad de corrección de gas de proceso para atrapar los contaminantes liberados en los pasos, ya sea de pirólisis, gasificación u oxidación. Esto se debe a que la legislación de contaminación ambiental probablemente requerirá de la corrección de gas de proceso de los gases ácidos (por ejemplo, HCl, las especies SO<sub>x</sub>, HF, etc.), la remoción de las partículas y la reducción de las especies NO<sub>x</sub> a partir de los gases de escape que emanan del agente de oxidación y/o la unidad de turbina de vapor empleada en la presente invención. Esto puede lograrse por medio de fregadores mojados o secos convencionales. En particular, un reactivo de bicarbonato de sodio además de un filtro de bolsa, pueden utilizarse para la corrección de HCl, SO<sub>2</sub> y el material en partículas a partir de los gases de escape. El uso de una unidad de reducción catalítica selectiva puede utilizarse para la corrección de NO<sub>x</sub>. Una temperatura de aproximadamente 180 hasta 220°C, y preferiblemente de aproximadamente 200°C, es normalmente la temperatura óptima para ambos de los procesos de corrección.

45 Si los gases de procesos son extraídos desde la unidad de turbina de vapor a más de 200°C, se desperdicia la energía. Por consiguiente, una unidad de recuperación de calor puede ser incorporada en los sistemas de acuerdo con la presente invención, normalmente en corriente abajo de una unidad de turbina de vapor. En la práctica, la unidad de recuperación de calor enfría los gases de escape hasta aproximadamente 140°C, proporcionando de esta manera la opción de dirigir la energía de calor al secador sin aire para el calentamiento del medio de calentamiento de vapor súper-calentado. Esto mejora la eficiencia total de una planta que opera el sistema de acuerdo con la presente invención. Normalmente, se seleccionan 140°C como una temperatura de salida de gas de proceso adecuada. Esto ayuda a evitar un penacho antiestético en una salida de la pila, la condensación de gas ácido y también suministra calor al secador sin aire con un diferencial de temperatura alta.

50 Alternativamente, se puede generar energía de acuerdo con la presente invención utilizando el aparato que utiliza el ciclo Rankine orgánico, el ciclo Stirling, el ciclo Brayton, la combustión directa de singás en un motor de gas o una turbina de gas, o en una celda de combustible. También, el suministro de calor en la forma de vapor o agua caliente, se puede generar para el uso de proceso o para los enfriadores de absorción utilizando refrigeración.

55 En un aspecto de la presente invención, el agente de oxidación comprende preferiblemente una salida y medios para suministrar el calor excedente de suministro al secador sin aire y/o el agente de pirólisis. Esto puede contribuir a la eficiencia de energía total y de operación del sistema y permite que el sistema opere cuando la demanda de energía doméstica local puede ser reducida (por ejemplo, durante la noche) aunque se desea la producción en proceso de la materia prima de pirólisis, pirogás, carbón de leña y singás.

La fuente del material de desechos combustibles puede ser cualquier desecho doméstico o industrial que contiene materiales combustibles. Dichos materiales pueden ser restos de alimentos, papel, cartón, plásticos, caucho, telas para ropa, desechos del jardín y materiales de construcción, tales como madera. El material de desechos combustibles preferiblemente, es un material orgánico.

La preparación del material de desechos combustible para secar en el secador sin aire comprende el uso de un separador. El separador puede incluir uno o más componentes adaptados para separar los materiales de desechos con propiedades físicas diferentes. En particular, el separador puede incluir un tambor (un cilindro giratorio que comprende orificios para separar materiales a un tamaño previamente determinado) en serie o solos para clasificar el material de desecho por tamaño, un separador balístico para clasificar el material de desecho por peso, magnetos para extraer y eliminar desechos metálicos ferrosos, un separador de corriente en remolinos para extraer y eliminar los desechos metálicos no ferrosos y un separador óptico automatizado para extraer materiales reciclables, tales como plásticos y vidrio. Los desechos metálicos valiosos y los materiales plásticos reciclables pueden ser transportados a cualquier parte para ser reciclados. Adicionalmente, el material de desecho considerado demasiado grande o demasiado pesado para el proceso de secado sin aire puede ser transferido a una trituradora de papel para reducción de peso y tamaño según sea adecuado antes del secado.

Como un ejemplo de un paso de separación para el material de desechos combustible utilizado en el sistema y métodos de acuerdo con la presente invención, un embarque de desechos de un desecho sanitario doméstico puede depositarse en un tambor que tiene orificios de un tamaño previamente determinado (por ejemplo, 80 mm de diámetro) en su pared. La rotación del tambor alrededor de su eje longitudinal tiene como resultado la separación del material de desechos combustibles en un componente de desechos finos (por ejemplo, < 80 mm) y un componente de desechos voluminosos (por ejemplo, > 80 mm) dependiendo del diámetro de los orificios de la pared del tambor. El componente de desechos finos es sometido a un separador magnético para la extracción de los metales ferrosos no combustibles. Entonces, es transferido a un depósito listo para la alimentación al secador sin aire. El componente de desecho voluminoso es procesado de manera que son removidos los metales, plásticos, vidrio y otros componentes reciclables y/o no combustibles. El componente voluminoso procesado es sometido entonces a un separador óptico automatizado para remover el resto de los componentes reciclables y entonces es alimentado a una trituradora para su conversión en un material de un tamaño de partículas similar para el componente de desechos finos. El componente de desecho voluminoso triturado es transferido entonces al depósito que contiene el componente de desechos finos listo para secarse en un secador sin aire.

El secador sin aire utilizado en la presente invención puede emplear vapor súper-caliente seco como el medio de calentamiento para el secado del material de desechos combustibles. El uso de vapor súper caliente en el secador sin aire tiene muchos beneficios sobre el secador de aire convencional de la siguiente manera.

Debido a que la capacidad de calor específica del vapor es mayor de dos veces aquella del aire, más de dos veces la cantidad de calor que puede ser transferido al producto que está siendo secado para el mismo flujo de masa de vapor en comparación con el aire caliente. Como resultado con el mismo diferencial de temperatura entre el material de desechos orgánicos combustibles húmedos y el medio de secado, la energía de ventilador requerida para lograr una transferencia de calor determinada puede ser más de la mitad.

Los beneficios adicionales del uso de vapor súper-caliente que se deben a su viscosidad menor que el aire (aproximadamente el 50% menos), tiene la capacidad de filtrarse a través del material de desechos orgánicos combustibles que están siendo secados, acelerando de esta manera el proceso de secado.

El secador sin aire normalmente es un sistema cerrado el cual opera sobre los principios de recirculación completos y no una combinación de vapor de agua circulado nuevamente/vapor combinado con aire fresco ambiental introducido durante el secado desde el exterior del secador. Adicionalmente, los intercambiadores de calor con fuego indirecto pueden ser utilizados para evitar el ingreso dentro del secador sin aire de aire fresco ambiente, lo cual puede conducir a una combustión indeseable del material que está siendo secado. Adicionalmente, para evitar el ingreso del aire ambiente (o cantidades significativas del mismo) y la fuga de vapor, el secador sin aire debe ser construido con un nivel alto de hermetismo al aire. La ausencia de aire que contiene oxígeno en el secador durante el proceso de secado ayuda a evitar la combustión o explosión de los productos inflamables presentes en el material de desechos orgánicos combustibles durante el secado. El secador sin aire puede ser aislado para ayudar a evitar la pérdida de calor.

El agente de pirólisis calienta en forma indirecta el material de desechos combustibles a una temperatura alta (normalmente a una temperatura de aproximadamente 600°C, aunque generalmente dentro del intervalo de 250 a 600°C) en la ausencia de aire u oxígeno. Esto puede lograrse pasando el material de desechos combustibles secos (materia prima de pirólisis) a través de un tubo de pirólisis calentado por medio de un tornillo sin fin. El tubo de pirólisis está contenido dentro de una cámara de pirólisis a través de la cual los gases de escape caliente de la salida del oxidante u otra fuente, pueden pasar.

Los gases de escape calientes pasan sobre una superficie exterior del tubo de pirólisis y transfieren calor al tubo mediante convección y radiación. El tubo de pirólisis caliente transfiere entonces el calor dentro del material de desechos combustible por conducción y radiación desde una superficie interior de la pared de tubo interior del tubo. La energía de calor calienta el material de desechos combustibles normalmente a una temperatura de aproximadamente 600°C y degrada en forma

5  
10 Preferiblemente, la cámara de pirólisis comprende una superficie exterior aislante para retener el calor y para mejorar la eficiencia de energía total de los sistemas y métodos de acuerdo con la presente invención.

En otro aspecto de la presente invención, el agente de pirólisis puede tener un diseño modular con un tubo de pirólisis único o una pluralidad de tubos de pirólisis contenidos dentro de una cámara de pirólisis y/o una cámara de pirólisis o una pluralidad de cámaras de pirólisis. Estos arreglos pueden ayudar a optimizar el área de superficie en el agente de pirólisis para ayudar en la transferencia de calor de los gases calentados desde la salida del oxidante u otra fuente al material de desechos combustible que está siendo sometido a pirólisis, mejorando de esta manera la eficiencia de energía del sistema.

20 El gasificador recibe el carbón de leña y pirogás desde el tubo o los tubos de pirólisis. El carbón normalmente sale al agente de pirólisis desde una salida en un tubo de pirólisis y es transferido dentro del gasificador que forma un lecho de carbón de leña en una superficie interior inferior del gasificador. El gasificador, preferiblemente es un tipo de gasificador de movimiento hacia arriba, en donde el vapor y el aire son inyectados en una superficie inferior del lecho de carbón de leña adyacente a una superficie interior inferior del gasificador y filtra hacia arriba a través del carbón de leña que experimenta diversas reacciones químicas y reduce el vapor y el carbón de leña a singás que comprende en su mayor parte monóxido de carbono e hidrógeno. Esta reacción ocurre normalmente a una temperatura de aproximadamente 850°C y se regula en forma automática por medio de la naturaleza endotérmica y exotérmica de reacciones de competencia y sus índices de reacción diferentes a temperaturas diferentes. el singás se combina con el pirogás del agente de pirólisis en espacio superior sobre el lecho de carbón de leña del gasificador y todos los gases son pasados al oxidante mediante un sistema de tubería. Las cenizas residuales que contienen una cantidad pequeña de carbono sin reaccionar son descargadas desde una salida en la superficie interior inferior del gasificador en un contenedor de cenizas hermético al aire para evitar el ingreso descontrolado del aire hacia el fondo del gasificador. Las cenizas residuales son descartadas.

35 La ventaja de utilizar un gasificador de movimiento hacia arriba es que permite un diseño de gasificador simple y es menos sensible al tamaño de partículas, homogeneidad y contenido de humedad que otros tipos de gasificadores tales como los gasificadores de movimiento hacia abajo o gasificador de lecho fluidificado. El diseño simple del gasificador de movimiento hacia arriba hace más fácil la operación del gasificador, más confiable y más económica en su construcción, las cuales son ventajas sobre los otros tipos de gasificador. Sin embargo, un gasificador de movimiento hacia abajo o un gasificador de lecho de fluido podrían, si fuera necesario, también utilizarse de acuerdo con la presente invención.

40 Un gasificador de movimiento hacia arriba, puede incluir adicionalmente un inductor de ciclón para los gases del espacio superior. Esto facilita una carga de partículas muy baja en singás o pirogás, la cual es transferida al agente oxidante para su oxidación. La transferencia de niveles bajos de material en partículas del carbón de leña presentes en el gasificador al agente oxidante, ayuda adicionalmente a reducir al mínimo los subproductos derivados de la oxidación de los gases de escape del agente oxidante.

45 En un aspecto de la presente invención, el gasificador puede recibir vapor para conducir el proceso de gasificación desde la salida del secador sin aire, con el objeto de mejorar la eficiencia en energía total de los sistemas y métodos de acuerdo con la presente invención.

50 Preferiblemente, la cámara de gasificación comprende una superficie exterior aislante para retener calor y mejorar la eficiencia de energía total de los sistemas y métodos de acuerdo con la presente invención.

55 En otro aspecto de la presente invención, el arreglo del agente de pirólisis y el gasificador puede ser modular, de manera que un tubo de pirólisis o una pluralidad de tubos de pirólisis pueden alimentar a un gasificador y/o una cámara del gasificador o una pluralidad de cámaras de gasificador pueden proporcionar singás al agente oxidante.

60 El singás y pirogás del gasificador son suministrados al agente oxidante mediante la tubería. El agente oxidante mezcla el singás y el pirogás con el aire en donde es oxidado a temperatura alta para liberar energía química en la forma de calor. La temperatura de salida del agente oxidante es controlada ajustando la cantidad de aire de combustión excesiva que es introducida al oxidante. La buena combustión es lograda asegurando que el singás (o mezcla de singás/pirogás) y el aire de combustión sean mezclados bien en un ambiente turbulento (por ejemplo, ciclónico) con un tiempo de residencia largo a una

temperatura alta. Normalmente, durante el proceso de oxidación, la temperatura del agente oxidante se mantiene aproximadamente en 1250°C, aunque puede ser operado a temperaturas tan bajas como de 850°C. Normalmente, el tiempo de residencia de singás (o mezcla de singás/pirogás) dentro del agente oxidante es mayor de 2 segundos. Normalmente, la buena mezcla y la turbulencia son logradas inyectando el aire de combustión dentro del agente oxidante a una velocidad alta (mayor que 20 m/s) y dirigiendo el chorro de aire de combustión (o la pluralidad de chorros de aire de combustión) dentro del centro de un puerto de inyección de singás (o la mezcla de singás/pirogás). El aire y singás (o mezcla de singás/pirogás) se inyecta tangencialmente para inducir una rotación ciclónica de los gases de escape dentro del agente oxidante. Este mezcla adicionalmente los gases de escape sometidos a combustión y también puede ayudar a atrapar los materiales en partículas presentes en los gases de escape que conduce a un proceso total más limpio.

Preferiblemente, el agente oxidante comprende una superficie exterior aislante para retener el calor y para mejorar la eficiencia de energía total de los sistemas y métodos de acuerdo con la invención.

Preferiblemente, el sistema de acuerdo con la invención (por ejemplo, en la forma de una planta de administración de desechos o de generación de energía) se mantiene bajo presión negativa. Esto puede lograrse con el uso de uno ventiladores de diseño inducido (ID). El uso de los ventiladores ID ayuda a asegurar la seguridad del proceso en donde una fuga u otra falla en el sistema no tiene como resultado los gases que salen del sistema, sino que en su lugar entra el aire atmosférico. Totalmente se tiene cuidado de respaldar una función de ventilador ID de manera que una planta que emplea el sistema de la presente invención no deja de operar (y producir gas) sin que sea mantenida cierta presión negativa.

Las realizaciones específicas de la presente invención son descritas adicionalmente haciendo referencia a los dibujos, en los cuales:

La figura 1, es un diagrama esquemático de una realización de un sistema de generación de energía de acuerdo con la presente invención que comprende un sistema de administración de desechos de acuerdo con la invención.

La figura 2a, es un diagrama esquemático de una realización de un sistema de administración de desechos de acuerdo con la invención, que muestra la preparación de una materia prima de secador sin aire (mojada).

La figura 2b, es un diagrama esquemático de un sistema de generación de energía de acuerdo con la presente invención que comprende un sistema de administración de desechos de acuerdo con la presente invención después de la realización de la figura 2a con el tratamiento de la materia prima del secador sin aire (mojada) a través de la generación de energía.

Haciendo referencia a la figura 1, existe un sistema de generación de energía eléctrica 1 que tiene una fuente de material de desechos combustible 2, un separador de desechos 3, para el material de desechos combustibles y un secador sin aire 4 para secar el material de desechos combustible (no mostrado) para producir una materia prima de pirólisis (no mostrada).

El sistema 1 tiene un agente de pirólisis 5 para producir carbón de leña y pirogás (no mostrado) a partir de la materia prima de pirólisis, un gasificador 6 para producir singás (no mostrado) a partir del carbón de leña, y un agente de oxidación 7 para la temperatura para la oxidación de temperatura alta (por ejemplo, ~ 1250°C) del singás y pirogás en la presencia de aire para producir calor como está representado por la flecha 8. El calor se utiliza para generar energía eléctrica a partir de una unidad de turbina de vapor convencional 9.

Durante el uso, el material de desecho combustible de la fuente 2 es suministrado a lo largo de la banda 10 al medio de separación 3 para la separación en un componente de desechos combustibles y otros materiales de desecho de valor, incluyendo materiales reciclables no para combustión, tales como metal, vidrio, plásticos, etc. (no mostrados). El componente de desechos de combustible es entonces alimentado a través de la banda 11 al secador sin aire 4 en donde es secado a una temperatura de 110 hasta 150°C utilizando un vapor súper caliente, hasta que sustancialmente toda la humedad (es decir, principalmente agua) es removida del desecho de combustible para producir la materia prima de pirólisis.

La materia prima de pirólisis es transferida al agente de pirólisis 5 a lo largo de la banda interior 12 para la pirólisis en una atmósfera libre de oxígeno a una temperatura de aproximadamente 600°C. La pirólisis tiene como resultado una mezcla de carbón de leña y pirogás (no mostrada). El carbón de leña y pirogás son transferidos al gasificador 6 a lo largo de la tubería 13. El carbón de leña es gasificado en el gasificador 6 a una temperatura de aproximadamente 850°C que da como resultado productos gaseosos de hidrógeno y monóxido de carbono (no mostrados) denominados de otra manera como singás. En una realización alternativa, el secador sin aire 4 también puede actuar como el aparato de pirólisis cuando su temperatura de operación es incrementada a 600°C.

El singás y pirogás alternativamente pueden ser almacenados para uso posterior o de otra manera son transferidos al agente oxidante 7 a lo largo de la tubería 14, en donde la combustión del singás y pirogás ocurre a una temperatura de

aproximadamente 1250°C que genera el calor representado por la flecha 8 para impulsar la unidad de turbina de vapor 9. La unidad de turbina de vapor 9, genera energía eléctrica, la cual es alimentada en la rejilla eléctrica 15, la cual puede ser una rejilla localizada (por ejemplo, en una fábrica o planta de procesamiento) u otra parte de una rejilla de suministro de energía doméstica.

5

Dependiendo de los requerimientos de energía actual, en diversas etapas del sistema 1, la energía de calor en exceso 16, 26 liberada por el secador sin aire 4 o la energía de calor en exceso 17 liberada por el agente oxidante 7 puede ser dirigida en forma selectiva para ayudar a los requerimientos de energía de otros componentes del sistema 1. De manera específica, la energía de calor 16 en la forma de vapor evaporado puede ser dirigida al gasificador 6. La energía de calor 26 en la forma de vapor evaporado puede ser dirigida a la unidad de turbina de vapor 9 para calentar previamente el regreso condensado dentro de la unidad de turbina de vapor. La energía de calor 17 del agente oxidante 7 puede ser dirigida al agente de pirólisis 5. Adicionalmente, el exceso de energía de calor 18 en la forma de vapor evaporado de la unidad de turbina 9 puede ser dirigida al secador sin aire 4. El exceso de calor como está representado por la flecha 23 puede ser transferido a la unidad de recuperación de calor 24 para la transferencia al secador sin aire 4 como está representado por la flecha 25. Estas opciones para la retroalimentación de energía de calor permiten una serie de mecanismos de retroalimentación de energía de calor eficientes que contribuyen a la eficiencia de energía total y la capacidad de adaptación del sistema 1.

10

15

Para habilitar adicionalmente la eficiencia de energía del sistema 1, los diversos componentes pueden ser parcial o completamente cubiertos con la capa aislante resistente al calor 19, 20, 21, 22 para mejorar la retención de calor en el sistema 1.

20

Haciendo referencia a la figura 2a, se presenta un resumen esquemático de un aspecto de una realización adicional del sistema de administración de desechos de acuerdo con la presente invención, en donde una materia prima húmeda es generada para el secador sin aire (refiérase a la figura 2b). La figura 2a, muestra la secuencia de proporcionar un material de desecho combustible y la separación del material en componentes reciclables (combustible) que resultan en la materia prima del secador (mojada) así como también los componentes no combustibles (por ejemplo, metales) o componentes de desecho combustibles no deseables para la combustión (por ejemplo, plásticos).

25

Haciendo referencia a la figura 2b, se presenta un resumen esquemático de la continuación del proceso de acuerdo con una realización de la presente invención, en donde la materia prima de secador (mojado) preparada de acuerdo con la realización mostrada en la figura 2a se seca en un secador sin aire para producir una materia prima seca. La materia prima seca es sometida a pirólisis para formar carbón de leña y pirogás, el carbón de leña y pirogás son gasificados para formar pirogás y singás, así como también un desecho de residuo de ceniza, y posteriormente la mezcla de pirogás/singás es mezclada en un dispositivo ciclón antes de la oxidación con aire para producir una escape de temperatura alta para calentar una caldera para impulsar una turbina convencional para la generación de energía.

30

35

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de administración de desechos integrado (1), que comprende:
- 5 una fuente (2) de un material de desechos combustibles;
- un separador (3) para separar el material de desecho combustible a partir de un material reciclable;
- 10 un secador sin aire (4) para secar el material de desechos combustibles para generar una materia prima de pirólisis;
- un agente de pirólisis (5) para someter a pirólisis la materia prima de pirólisis para formar carbón de leña y pirogás;
- un gasificador (6) para convertir el carbón de leña y/o pirogás en singás, y
- 15 unos medios (16) para suministrar vapor caliente salido del secador sin aire (4) generado durante la generación de materia prima de pirólisis al gasificador (6).
2. El sistema de administración de desechos integrado (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el separador (3) comprende uno o más de un tambor, un separador magnético, un separador balístico, un separador de corriente en remolino, un medio de separación óptico automatizado y una trituradora.
- 20
3. El sistema de administración de desechos integrado (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o reivindicación 2, en donde el secador sin aire (4) está adaptado para secar el material de desechos combustibles con vapor súper caliente como el medio de secado.
- 25
4. El sistema de administración de desechos integrado (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el secador sin aire (4) está sellado para evitar el ingreso del aire atmosférico.
5. El sistema de administración de desechos integrado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el secador sin aire (4) comprende una superficie exterior aislante.
- 30
6. El sistema de administración de desechos integrado (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además un agente oxidante (7) para la oxidación a alta temperatura del singás y/o pirogás generado de la materia prima de pirólisis para generar calor para la producción de energía eléctrica.
- 35
7. El sistema de administración de energía de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el agente oxidante (7) comprende una salida para suministrar exceso de calor a:
- 40 (i) el secador sin aire (4); y/o
- (ii) el agente de pirólisis (5).
8. El sistema de generación de energía de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, en donde el secador sin aire (4) comprende una salida para suministrar vapor desarrollado en la etapa de secado del secador sin aire al gasificador (6).
- 45
9. El sistema de generación de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en donde el sistema comprende un aparato de ciclo de vapor (9) tal como una unidad de turbina de vapor para la producción de energía eléctrica.
- 50
10. El sistema de generación de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, que comprende además una unidad de recuperación de calor (24) para suministrar energía de calor en exceso al secador sin aire (4), preferiblemente de un aparato de ciclo de vapor (9).
- 55
11. Un método integrado de administración de desechos que comprende:
- (a) proporcionar una fuente (2) de un material de desechos combustible;
- (b) separar el material de desechos combustible a partir de un material reciclable presente en la fuente (2);
- 60 (c) secar el material de desechos combustibles en un secador sin aire (4) para generar una materia prima de pirólisis seca;

(d) someter a pirólisis la materia prima de pirólisis seca para formar carbón de leña y pirogás;

(e) convertir el carbón de leña y el pirogás en singás en un gasificador (6),

5 y

(f) suministrar vapor caliente afuera del secador sin aire (4) generado durante la generación de materia prima de pirólisis al gasificador (6).

10 12. El método integrado de administración de desechos de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el material de desecho combustible se seca en el secador de aire (4) con el uso de vapor súper caliente.

15 13. El método integrado de administración de desechos de acuerdo con las reivindicaciones 11 o 12, en donde el material de desecho combustible se seca para producir una materia prima de pirólisis con un contenido de humedad de 0 a 20% en peso, preferiblemente 2 a 18% en peso, o más preferiblemente 5 a 15% en peso.

20 14. Un método de generación de energía que comprende el método integrado de administración de desechos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en donde la energía puede ser energía eléctrica, y la generación de energía eléctrica puede comprender el uso de un ciclo de vapor.

15. El método de generación de energía de acuerdo con la reivindicación 14, que comprende además la etapa de:

(g) oxidar el singás y el pirogás a alta temperatura en un agente oxidante (7) para generar calor para la generación de energía.

25

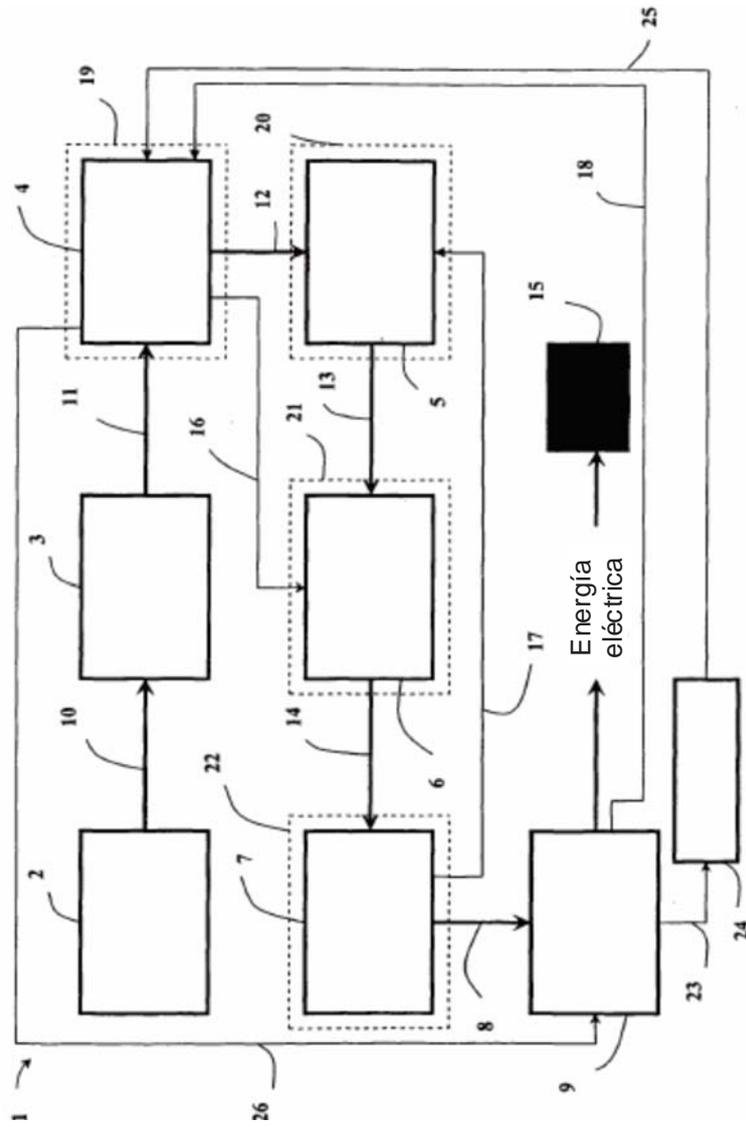


Figura 1

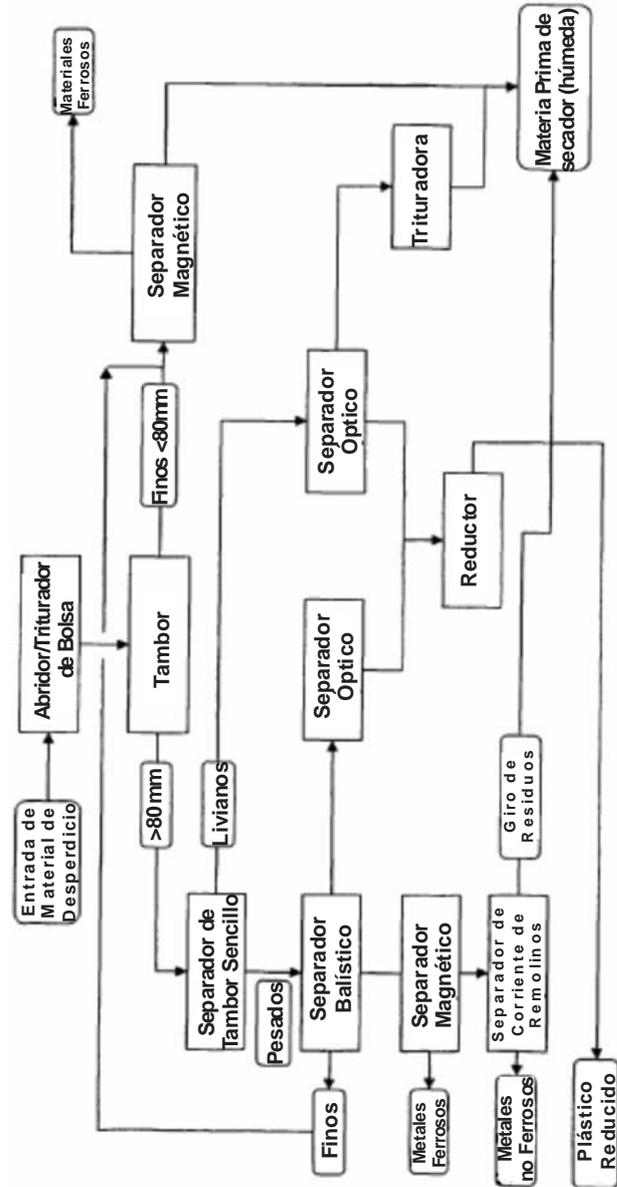


Figura 2a

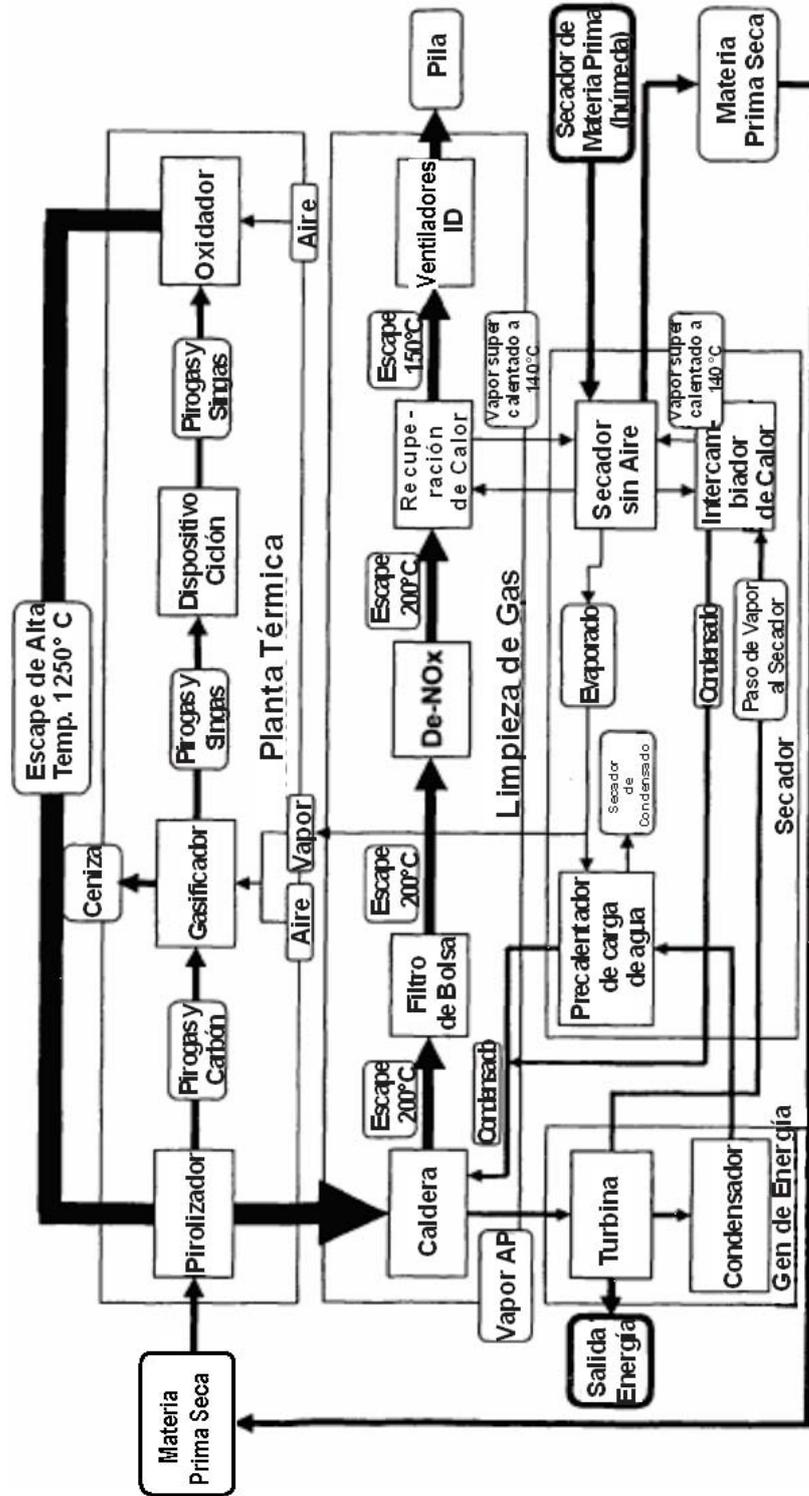


Figura 2b