

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 362 781**

② Número de solicitud: 201000027

⑤ Int. Cl.:
C08J 11/12 (2006.01)
C08J 11/18 (2006.01)
C10G 1/10 (2006.01)
B09B 3/00 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **30.12.2009**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **13.07.2011**

⑬ Fecha de publicación del folleto de la solicitud: **13.07.2011**

⑦ Solicitante/s: **PIROREC, S.L.**
PD. Barranca Macarí - Polígono Industrial
Guadasequies, s/n
46839 Guadasequies, Valencia, ES

⑧ Inventor/es: **Guilarte Sáez, Javier y**
Luengo Marín, Victorino

⑦ Agente: **Forteza Laguna, Juan José**

⑤ Título: **Procedimiento e instalación para el reciclado íntegro mediante despolimerización.**

⑤ Resumen:

Procedimiento e instalación para el reciclado íntegro mediante despolimerización.

La presente invención se refiere al reciclaje por despolimerización mediante termólisis. Se proporciona un procedimiento e instalación de despolimerización por termólisis eficaz para reciclar que permita la producción de hidrocarburos ligeros con una alta calidad y libre de impurezas y contaminantes. Este objetivo se consigue mediante procedimientos e instalaciones donde o bien los productos secundarios del proceso se re-alimentan para suministrarla energía para el proceso de reciclaje principal o bien se refinan para fabricar productos finales utilizables y vendibles. Por lo tanto, el uso del contenido de energía de los productos de partida se maximiza asegurando su completa utilización, minimizando el daño ambiental mientras se provee una instalación energéticamente autónoma. Pueden reciclarse, por medios físicos-químicos, todos los componentes del material de desecho o de partida y no se producen desechos contaminantes adicionales.

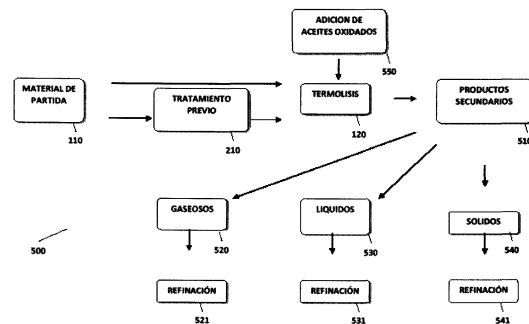


FIG. 5

ES 2 362 781 A1

DESCRIPCIÓN

Procedimiento e instalación para el reciclado íntegro mediante despolimerización.

5 Campo técnico

La presente invención se refiere en general al campo de reciclaje por despolimerización, y en particular por despolimerización mediante termólisis, donde se reciclan íntegramente los materiales de partida ya sea por la realimentación de parte de los productos secundarios para alimentar energéticamente la despolimerización o mediante refinación de parte de los productos secundarios para obtener productos finales sólidos, líquidos y gaseosos aptos para el consumo o venta.

Antecedentes de la invención

15 El enorme consumo de productos fabricados con materiales de origen orgánico como por ejemplo cauchos, neumáticos, plásticos y similares así como los desechos de dichos materiales formados durante los procesos de fabricación están provocando grandes problemas con respecto a su almacenamiento y destrucción. Además de los altos costes que supone, también deben considerarse las consecuencias ecológicas y medioambientales. En este tiempo, algunos países han sufrido problemas tan grandes con el almacenamiento y la destrucción de estos materiales que actualmente se están llevando a cabo investigaciones para estudiar la búsqueda y la posibilidad de usar las fosas oceánicas como lugar de almacenamiento. Lo mismo puede decirse en cuanto al almacenamiento y destrucción de aceites oxidados.

25 En el estado de la técnica, se describen varios procedimientos para el tratamiento o la destrucción de cauchos, neumáticos, plásticos y similares. Dichos procedimientos comprenden el reciclado por recauchutado, triturado, gasificación, combustión controlada o incontrolada (incineración), tratados enteros, sistemas criogénicos (tyrolisis), etc. Sin embargo, todos estos procedimientos presentan algunas desventajas y no son adecuados para reciclar íntegramente los componentes presentes en dichos materiales de desecho. Los enteros terminan abandonados en vertederos, lo cual no se considera una solución apropiada dado el gran valor energético todavía contenido en dichos materiales.

30 Los materiales reciclados obtenidos con los procedimientos mencionados anteriormente pueden representar un valor añadido pero estos productos resultantes todavía tienen mala calidad. Los materiales triturados pueden enterrarse en vertederos controlados o mezclarse con asfalto que luego se usa como pavimento. De forma alternativa, dichos materiales también pueden molerse hasta obtener granulados de diferentes tamaños de partícula, y pueden usarse para la incineración en hornos de cemento (semimolidos) o ser un componente de parques de recreo para niños o de campos de deportes (molidos en orden de micras). Los sistemas criogénicos (tyrolisis) se usan para separar la parte metálica del resto del material orgánico, que después se quema como combustibles de caldera. Sin embargo, esta combustión directa resulta en gases efluentes contaminantes dado que todos los aditivos no se han eliminado y no se pueden recuperar compuestos sólidos de valor.

40 La pirólisis es un procedimiento de reciclaje de hidrocarburos presentes en los materiales de desecho craqueando las cadenas de carbono de los compuestos orgánicos que forman dichos materiales. En el estado de la técnica se conoce la destilación en seco de plásticos, cauchos y neumáticos. Sin embargo, sólo se obtienen hidrocarburos pesados con rendimientos bajos e incluso se producen nuevos residuos que deben ser tratados. A veces, la pirólisis produce sólo hidrocarburos y se obtiene poco negro de humo. Por lo tanto, la pirólisis del estado de la técnica no es adecuada para 45 reciclar materiales de desecho y transformarlos en productos de alta calidad.

Además, la pirólisis típicamente usa temperaturas altas de entre 500 y 1000°C. Plantas que usan dichas temperaturas necesitan una instalación costosa que resista a estas altas temperaturas y se debe asegurar que no haya pérdidas de temperatura causando un calentamiento insuficiente. Esta ineficacia resulta en un malgasto de energía y un procedimiento en general más costoso.

55 Una mejora sobre este tipo de pirólisis a altas temperaturas comprende el tratamiento previo con aceite para separar los componentes metálicos en una fase. En otra fase, el negro de humo obtenido se lava con éter para separar las impurezas inorgánicas. Sin embargo, esta mejora requiere más etapas de tratamiento y más dispositivos en la instalación que impiden un reciclado todavía más directo. Correspondientemente resultan más residuos y, dadas las fases adicionales, la instalación es más cara. Además, trabajar con un disolvente éter requiere normas de seguridad muy estrictas debido a su inflamabilidad alta, su efecto narcótico y su potencial de transformarse en un derivado explosivo en presencia de oxígeno.

60 Por lo tanto, los sistemas existentes son procesos de reciclaje poco eficaces que dan como resultado productos secundarios de residuo que contienen un valor energético almacenado considerable que no se reutiliza. Además, algunos de estos productos secundarios también se desechan simplemente en el medio ambiente. Ninguno de los procedimientos ha sido lo suficientemente eficaz y contundente para no solo eliminar el residuo, sino además obtener un aprovechamiento, en este caso energético, de los residuos que actualmente nos provocan grandes perjuicios.

65

Sumario de la invención

El objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento e instalación de despolimerización por termólisis eficaz para reciclar que permita la producción de hidrocarburos ligeros con una alta calidad y libre de impurezas y contaminantes. Este objetivo se consigue mediante procedimientos e instalaciones donde o bien los productos secundarios del proceso se re-alimentan para suministrarla energía para el proceso de reciclaje principal o bien se refinan para fabricar productos finales utilizables y vendibles. Por lo tanto, el uso del contenido de energía de los productos de partida se maximiza asegurando su completa utilización, minimizando el daño ambiental mientras se provee una instalación energéticamente autónoma.

La termólisis aquí divulgada permite ventajosamente la transformación de residuos voluminosos en productos finales de gran valor energético y con un rendimiento mejor, típicamente un rendimiento superior al 95% del total. En contrario a la pirólisis del estado de la técnica, la termólisis aquí divulgada permite obtener unos productos perfectamente consumibles con un fuerte valor añadido en cantidades importantes con la correspondiente repercusión económica para países importadores de crudos. Los hidrocarburos obtenidos con la termólisis aquí divulgada tienen propiedades superiores que los productos de la misma característica, obtenidos con los mejores petróleos ligeros ya que de acuerdo con su densidad, son prácticamente iguales pero en su transformación se obtiene además de otros productos el fueloil, que no se produce en nuestra invención, con lo cual el rendimiento es mayor en gasóleo.

Por tanto mediante la despolimerización de la presente invención se reciclan los materiales de desecho mediante termólisis y purificación de los producto secundarios sólidos, líquidos y gaseosos obtenidos. Pueden reciclarse, por medios físicos-químicos, todos los componentes del material de desecho o de partida y no se producen desechos contaminantes adicionales. Los materiales de partida preferidos son neumáticos, plásticos, cauchos o materiales de desecho de componentes múltiples como por ejemplo cables. Otros materiales de partida pueden ser aceites, como por ejemplo aceites pesados, fueloil o aceite oxidado u otro material biológico orgánico. La masa orgánica de los componentes del material de partida se transforma en productos como hidrocarburos gaseosos, hidrocarburos líquidos y betunes asfálticos. Preferentemente, los productos se seleccionan del grupo que comprende metal, hidrocarburos gaseosos, hidrocarburos líquidos, hidrocarburos sólidos (ceras o brea), inorgánicos y negro de humo (de carbono). Los sólidos aislados como los óxidos metálicos, brea, negro de humo etc. se caracterizan por ser la carga o aditivo que acompaña al polímero según el fabricante, siendo sus proporciones diferentes.

Otro objetivo de la presente invención es producir hidrocarburos gaseosos, hidrocarburos líquidos de alta calidad y productos sólidos de alta calidad y reutilizar todos los productos recuperados. Otro objetivo de la presente invención es usar dichos productos en diversas aplicaciones determinadas.

Los hidrocarburos líquidos para vender pueden ser gasolina, o gasóleo de diferentes calidades. Estos productos pueden tener varios aplicaciones y usos. Por ejemplo, se pueden usar como combustible para la cogeneración de energía, en motores industriales y de automoción, o en calderas. También se pueden usar como materia prima en la industria química.

Los productos sólidos para vender pueden ser negro de humo y también el hierro de los neumáticos. Los productos metálicas se venden directamente mientras el negro de humo puede tener varios aplicaciones y usos. Generalmente, se usa como pigmento o material de refuerzo. También se puede usar en aplicaciones o mezclas asfálticas, en la fabricación de mezclas patrones con productos poliméricos utilizadas en extrusión, inyección y prensado de los plásticos y cauchos o en su transformación en carbón activado. El carbón activado luego puede usarse como agente filtrante o adsorbente en varias aplicaciones de purificación o también en la medicina.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar una instalación para llevar a cabo la despolimerización que comprende uno o más reactores de termólisis equipados con una columna de craqueo en la parte superior, medios para purificar los productos obtenidos, y medios para proporcionar energía a la instalación usando los productos de termólisis.

Otro objetivo de la presente invención es lograr la autonomía energética de un procedimiento de reciclaje, alimentando el quemador con los productos de dicho procedimiento de reciclaje. Preferentemente, el quemador se alimenta con hidrocarburos gaseosos. De forma alternativa, dicho quemador además puede alimentarse con hidrocarburos líquidos y/o negro de humo. El calor que emana del quemador se utiliza para calentar el reactor de termólisis.

Otro objetivo de la presente invención es lograr aumentar la producción de negro de humo, hasta alcanzar el doble del contenido en negro de humo que teníamos anteriormente.

En el contexto de la presente invención, el término “materiales de desecho” quiere decir material que ha sido fabricado, empleado en entornos industriales o domésticos y después tirado a la basura o a cualquier otro lugar. Sin embargo, también puede comprender materiales que son restos de procedimientos de producción o artículos de tan mala calidad que directamente se desechan después de su fabricación. Los materiales de desecho pueden comprender restos de cables, neumáticos viejos, encases de productos alimenticios o de productos domésticos, embalajes o cualquier otro material basado en polímeros siendo más alto el rendimiento. Dichos materiales de desecho sirven como material de partida en la presente invención.

En el contexto de la presente invención, el término “craquear”, “craqueado” o “craqueo” se refiere a una reacción química térmica o catalítica que normalmente se usa en el procedimiento de refinado del petróleo. “Craqueado” o “craqueo” quieren decir la descomposición o despolimerización de las moléculas orgánicas, que preferentemente comprenden cadenas de carbono largas, en moléculas más pequeñas y/o más cortas. En el contexto de la presente invención, el término “despolimerización” significa la descomposición de cadenas de carbono en fragmentos más cortos mediante reacciones inducidas o bien de forma catalítica o bien térmica.

En el contexto de la presente invención, el término “termólisis” se refiere a un tratamiento térmico de reacción química en la que un compuesto se separa en al menos otros dos cuando se someta a un aumento de temperatura estando el compuesto sin contacto con la llama. Dado que es una reacción endotérmica, la termólisis requiere la aportación de calor para romper los enlaces químicos. La temperatura de descomposición es la necesaria para que este proceso tenga lugar. En el contexto de la presente invención, los términos “craqueo”, “despolimerización” y “termólisis” pueden tener el mismo significado.

En el contexto de la presente invención, el término “producto secundario” significa un producto de una reacción, proceso o procedimiento que resulta ser un compuesto transformado para uso interno o que hay que someterle a más procesos o procedimientos, preferiblemente de refinación, para obtener un producto final utilizable de uso externo y/o vendible de alta calidad. Por lo tanto, en el contexto de la presente invención, el término “producto final” significa un producto refinado de uso externo que es apto para ser vendible y/o utilizable.

En el contexto de la presente invención, el término “material de naturaleza orgánica” se refiere a materiales, productos o artículos basados en polímeros. Este “material de naturaleza orgánica” puede comprender polímeros sintéticos o naturales, preferentemente polímeros sintéticos. Más preferentemente, el “material de naturaleza orgánica” comprende compuestos que muestran una estructura de hidrocarburo con bajo contenido en oxígeno. Los materiales de desecho comprenden materiales de naturaleza orgánica.

La presente invención se describe ahora adicionalmente mediante las figuras y reivindicaciones anexas. Los números de referencia iguales se refieren a elementos iguales.

30 Figuras

Fig. 1 muestra una visión general de la presente invención.

Fig. 2 muestra otra visión general de la presente invención.

Fig. 3 representa las etapas principales del tratamiento previo del material inicial.

Fig. 4 representa las etapas principales del tratamiento previo comprendiendo la digestión en aceite.

Fig. 5 muestra otra visión general de la presente invención.

Fig. 6 representa las primeras etapas de la refinación de los productos secundarios hidrocarburos gaseosos y líquidos.

Fig. 7 representa la refinación de los productos secundarios gaseosos.

Fig. 8 representa la refinación de los productos secundarios líquidos.

Fig. 9 representa la refinación de los productos secundarios sólidos.

Fig. 10 representa la refinación de los productos secundarios sólidos comprendiendo la disolución en aceite.

Fig. 11 representa un diagrama de flujo de la instalación según un modo de realización.

Fig. 12 representa un diagrama de flujo de la instalación según otro modo de realización comprendiendo la digestión en aceite.

Fig. 13 representa un diagrama de flujo de la instalación según otro modo de realización comprendiendo la disolución en éter.

Fig. 14 representa un diagrama de flujo de la instalación según otro modo de realización comprendiendo digestión en aceite y disolución en éter.

Descripción detallada de la invención

En el estado de la técnica se describen sistemas de reciclaje que son poco eficaces y que dan como resultado productos secundarios de residuo que contienen un valor energético almacenado considerable que no se reutiliza. Además, algunos de estos productos secundarios también se desechan simplemente en el medio ambiente y se pierde

ES 2 362 781 A1

una fuente de energía importante. Otros sistemas simplemente queman los materiales de desecho con todos los aditivos contenidos que resulta en gases efluentes contaminantes. Otros procedimientos consisten simplemente en almacenar los materiales de desecho en vertederos y contaminan el medio ambiente además de ocupar grandes espacios.

5 La presente invención resuelve los problemas anteriormente mencionados y tiene ventajas adicionales proporcionando un procedimiento y sistema de reciclaje que comprende las etapas de:

- despolimerizar materiales de partida basados en polímeros mediante la termólisis en un reactor, en el que el reactor se calienta indirectamente;
- 10 - separar los productos secundarios sólidos, líquidos y gaseosos;
- reconducir una parte de los productos secundarios obtenidos para suministrar energía al reactor; y
- 15 - procesar las partes restantes de los productos secundarios para fabricar productos finales aptos para uso externo; en el que todo del material de partida basado en polímeros o bien se consume mediante la realimentación al reactor o bien se refinan para obtener productos finales sólidos, líquidos y gaseosos aptos para el consumo o venta.

20 En todos los modos de realización que se describen, se entiende que todas las características descritas pueden ser o características de procedimiento o características que describen los elementos de una instalación o sistema. Por tanto en la descripción se divulgan tanto características de producto como la metodología necesaria para llevar a cabo el procedimiento por el producto intercambiamente. Si solamente se hace mención a un procedimiento, se entiende que un aparato, elemento, sistema, instalación, o medios para llevar a cabo el procedimiento, también están comprendidos en la descripción, y sería claro para el experto en la materia derivar una de la otra.

25 Con referencia a la Fig. 1, en un modo de realización, el procedimiento comprende la secuencia de proporcionar los materiales de partida 110, la termólisis 120 de dichos materiales y aislar los productos 130 de la termólisis.

30 Como material de partida 110, puede usarse cualquier material de naturaleza orgánica que se pueda someter a la despolimerización. En un modo de realización, los materiales de partida 110 comprenden neumáticos, cauchos, plásticos, cables, celulosas, celofán, nilón, aceites, materiales biológicos de origen vegetal o mezclas de los mismos. Los neumáticos se seleccionan a partir del grupo que comprende los que se usan habitualmente en automoción, transporte y para máquinas industriales. Los cauchos se seleccionan a partir del grupo que comprende caucho natural, sintético y reforzado. En particular, el caucho puede comprender butadieno, butadieno-estireno, cloropreno, elastómeros, fluoroelastómeros, y similares. Los plásticos se seleccionan a partir del grupo que comprende polietileno, polipropileno y sus copolímeros, polibutilentereftalato, polietilentereftalato, PVC, poliestireno, copolímero de isobutileno e isopreno, polisobutileno y similares. Se entiende que cables, celofán y nilón están incluidos en los plásticos. Los aceites se seleccionan a partir del grupo que comprende aceites oxidados, fueloil, aceite pesado y similares. Preferentemente, se usan neumáticos, cauchos, plásticos y combustibles líquidos. Más preferentemente, se usan neumáticos. Todos los materiales de partida 110 antes tratados pueden someterse a la termólisis 120 por separado o mezclados unos con otros.

45 En un modo de realización, con el empleo de cauchos el 90 a 94% de su materia orgánica se transforma en hidrocarburos líquidos de densidad comprendida entre 0,74-0,79 g/cm³, siendo el resto hidrocarburos gaseosos de 1 a 5 átomos de carbono. En otro modo de realización, con el empleo de neumáticos se pueden reciclar todos los componentes con el procedimiento y la instalación aquí divulgada. Dichos componentes comprenden anima metálica, negro de humo (negro de carbono), tejido de algodón, nilón, y metálico, cargas minerales (estabilizadores), aditivos, aceites y caucho. En otro modo de realización, se pueden emplear derivados de celulosa, metacrilato de metilo o carbamidas, donde el rendimiento puede ser diferente según el contenido de su materia orgánica, produciéndose en estos casos más hidrocarburos gaseosos que líquidos. En otro modo de realización, con los aceites oxidados, el fueloil y petróleo pesado se obtiene un rendimiento del 90% sin la producción del fueloil, bajando su densidad entre el 0,2 y 0,1 g/cm³, de acuerdo con la densidad original. La producción de fueloil es posible con el procedimiento aquí divulgado pero no previsto, a no ser que se desee. Además hay que notar que el fueloil puede ser tanto material de partida como producto secundario o producto final. Sin duda alguna, la utilización de los aceites de desecho presenta un procedimiento muy rentable, lo que no descarta a los aceites puros o casi puros.

50 Como se aprecia de la Fig. 2, en un modo de realización puede ser necesario un tratamiento previo 210 de los materiales de partida 110 cuando estos no vengan en un tamaño y pureza apropiados.

60 El procedimiento y la instalación pueden variar en función del material de partida 110.

En un modo de realización, se lleva a cabo una trituración y molienda, donde se separa o no, la parte metálica, y con un procedimiento térmico y/o catalítico se transforma el producto de partida (neumáticos) en hidrocarburos gaseosos, líquidos y semisólidos, como ceras y brea, en negro de humo y en óxidos inorgánicos. En otro modo de realización, una vez molidos, y con un procedimiento térmico y/o catalítico, se craquea el producto de partida (plásticos) obteniendo hidrocarburos gaseosos y líquidos y óxidos inorgánicos. En otro modo de realización, para los cables, celulosas y nilón, el procedimiento puede ser una mezcla entre los dos modos de realización anteriores.

ES 2 362 781 A1

Las Figs. 11 a 14 presentan vistas más detalladas de modos de realización de la presente invención.

Tratamiento previo

5 Con referencia a la Fig. 3, el tratamiento previo 210 se explica ahora en mayor detalle.

Los materiales de partida 110, preferentemente neumáticos, cauchos plásticos o aceite 1 oxidado, más preferentemente neumáticos, deben cortarse antes de la termólisis 120 cuando no puedan proporcionarse en un tamaño y/o pureza adecuados. El tamaño preferido de los materiales iniciales sólidos es de 8 a 25 mm según manejo. Un tamaño inferior a 8 mm todavía puede ser útil para la presente invención pero encarece el coste, haciendo que el procedimiento de reciclaje sea menos económico. Un tamaño superior a 25 mm no se usa porque todavía puede contener piezas metálicas más grandes. Este metal por una parte podría dañar gravemente elementos de unión entre las distintas fases del procedimiento e instalación, y por otra parte podría suponer un menor rendimiento en los productos de termólisis y un mayor esfuerzo para purificar posteriormente los productos secundarios de termólisis sólidos.

15 El material de partida 110 en su conjunto o por separado entra primero en un dispositivo cortador 301 que tiene cuchillas en cruz o de cualquier otra forma geométrica que funcione por medios hidráulicos o eléctricos. Este dispositivo cortador 301, por ejemplo una cortadora, tiene como objeto el subdividir el material para mejor transporte. Un expulsor 302 tipo "empujador" de accionamiento convencional pasa el material a una cinta transportadora 303 que lo transporta a una tolva 304 situada sobre un molino 305. En este molino 305 de tipo desgarrador, se reduce más el tamaño de dicho material mediante trituración al tamaño preferido de 8 a 25 mm. En estos molinos 305, desgarrador y de martillo se eliminan los metales 313 que puede contener el material de partida 110, en especial el hierro de neumático. También se pueden eliminar los componentes textiles en el caso que sean presente en el material de partida 110.

25 Posteriormente, el material en trozos se lava con agua 306 para eliminar las impurezas depositadas sobre la superficie. Dichas impurezas pueden ser arena, sílice, polvo o similares. El agua de lavado 306 se recoge y se lleva a un recipiente donde se decanta y se eliminan las impurezas por filtración. El agua limpia después se almacena en un depósito y puede volver a emplearse para el lavado 306 de material de partida 110 nuevo. Las impurezas sólidas se eliminan en un contenedor.

30 El material de partida 110 húmedo después pasa a un área de secado 307. Dicho material se alimenta al secado 307 por un tornillo sinfín de velocidad lenta y paso variable. Al área de secado 307 le llegan dos corrientes, una de aire caliente que procede de la cámara de combustión y la otra de aire de regeneración proporcionada por la soplante. De esta manera, se puede llevar a cabo un secado 307 más rápido y eficaz dado que con dos corrientes de aire no se produce una saturación de vapor de agua en el aire. Ambas corrientes, después de pasar y secar el material húmedo, se evacúan a la chimenea usando otro soplante a la chimenea de recuperación de anhídrido carbónico.

35 Después de secar, el material pasa a una plataforma vibradora 308 donde se separan las impurezas restantes según las diferentes densidades. Después, el material se transporta en una cinta imantada 309, donde en su parte final se desimanta para retirar el posible hierro 314 que quede en el material. El material de partida 110 así obtenido está libre de impurezas y componentes metálicos y se almacena 310 antes de la termólisis 120 en contenedores, sacas o en silos de almacenamiento, preferentemente en silos de almacenamiento.

40 En un modo de realización, este silo de almacenamiento contiene en el fondo unos extractores planetarios industriales, idóneos para servicio continuo y formados por: viga metálica diametral al silo que contiene todos los mecanismos necesarios para la rotación de la cóclea de extracción, campana cónica central en la que están instalados y protegidos los motores para la rotación de la cóclea, los piñones, las cadenas, los órganos de transmisión y los rodajes que garantizan los pares de trabajo, los movimientos y los giros necesarios a la cóclea de extracción. Sistema de cóclea de extracción troncocónica con árbol y espiral debidamente dimensionada para extracción el producto hacia el silo y vaciarlo en la tolva metálica de descarga central, con una sonda condensadora para protección contra inundaciones (formación de bóvedas) en la tolva.

45 En un modo de realización, justo antes de alimentar el material de partida tratado al reactor, se puede añadir 311 un catalizador de craqueo convencional y el aire se expulsa 312 y se sustituye por una atmósfera inerte. El catalizador permite llevar a cabo un procedimiento de termólisis a menor temperatura y tiempos de reacción que sin dicho catalizador. Además, el catalizador favorece el rendimiento y reduce productos secundarios no deseados. Sin embargo, el experto en la materia sabe que también es posible añadir el catalizador al reactor. La atmósfera inerte es necesaria para evitar reacciones de oxidación perjudiciales de los productos secundarios deseados que podrían provocar una reducción de la calidad o, en el peor caso, causar incendios o explosiones.

50 De este modo queda finalizado el procedimiento de tratamiento previo 210 principal. Dicho tratamiento previo se puede apreciar también en las diagramas de las Figs. 11 a 14, donde el material de partida entra en la instalación en 110, pasa las etapas antes descritas y se almacena en 310.

55 En un modo de realización alternativo, tal como se puede apreciar en la Fig. 4, el material de partida 110 se transporta después del secado 307 a un dispositivo digestor 401 donde dichos materiales se mezclan con aceite 402 previamente calentado en dicho digestor 401 a una temperatura de 50 a 350°C. El calor necesario puede proporcionarlo

ES 2 362 781 A1

el aire caliente proveniente de la cámara de combustión. El mezclado con el aceite 402 caliente hace que el material inicial se hinche y se vuelva esponjoso, provocando su desunión y la separación de los componentes metálicos de dicho material. Este procedimiento puede favorecerse más usando un medio de agitación. La digestión que se lleva a cabo depende de la temperatura del aceite caliente y del tipo de material inicial y puede variar típicamente entre 15 y 60 minutos. El aceite sobrenadante 404 se recupera después o bien para digestiones posteriores o bien como aditivo opcional para la termólisis 120. El material de partida 110, impregnado con aceite, sale del digestor 401 a través de una salida situada en el fondo y se descarga en una cinta transportadora magnética 404 que sirve para separar el metal 405 y para filtrar el aceite 406 que queda. Finalmente, el material inicial se almacena 310 antes de la termólisis 120. Dicho almacenamiento puede efectuarse en un silo de almacenamiento o directamente en la tolva que alimenta el reactor. Esto puede depender de la cantidad de material de partida a tratar. La ventaja principal de este modo de realización es que la etapa de digestión en aceite permite ablandar la masa de material primario, permitiendo una reacción más eficaz y por tanto rápida. Otra ventaja es que permite el filtrado de restos de componentes metálicos de reducido tamaño, ya que se pueden separar más fácilmente de la masa.

El digestor 401 comprende una tolva, un agitador accionado por un motor, una salida de gas, una entrada para añadir el aceite, una salida en el fondo para transportar el material de partida 110 y una salida al nivel del líquido para recuperar el aceite sobrenadante 404.

Este modo de realización alternativo se puede apreciar también en las diagramas de las Figs. 12 y 14, en las que se indica el digestor 401.

Termólisis

Con referencia a la Fig. 5, habiendo preparado el material 110 para la termólisis 120, puede añadirse a la tolva que alimenta el reactor o bien desde el silo de almacenamiento o bien, si no es necesario el tratamiento previo 210, directamente de los sacos por medio de una soplante y una válvula alveolar. En dicha tolva, se añade dicho catalizador y se expulsa el aire. El aire expulsado, procedente de la soplante, es filtrado por un filtro de mangas para cumplir con la ley medio ambiental. El contenido de la tolva después se carga en el reactor y puede empezar la termólisis 120.

El reactor está situado dentro de un sistema de calor, preferentemente una camisa de calor, que puede proporcionar calentamiento indirecto a lo largo del reactor. El calor se produce en un quemador o cámara de combustión al que se alimentan principalmente hidrocarburos gaseosos. Sin embargo, también pueden usarse hidrocarburos líquidos y/o negro de humo como combustibles. Dicho calor se conduce hacia el reactor a través de unos conductos. En un modo de realización, el quemador se alimenta con hidrocarburos gaseosos, hidrocarburos líquidos que no tienen la calidad deseada para su posterior uso externo y negro de humo que no tiene la calidad deseada para su posterior uso externo. Por lo tanto, es posible quemar tres componentes diferentes al mismo tiempo en el mismo quemador triple. En un modo de realización, dicho quemador triple se alimenta con aproximadamente 80% de hidrocarburos gaseosos, aproximadamente 10% de hidrocarburos líquidos y aproximadamente 10% de negro de humo. El quemador triple puede operarse para calentar uno o más reactores. En un modo de realización, pueden calentarse entre uno a seis reactores de termólisis al mismo tiempo usando dicho quemador triple.

El aire de combustión tiene una temperatura que normalmente es demasiado elevada para los fines de la presente invención debido al contenido alto energético de los combustibles. Por lo tanto, se debe controlar el aire de combustión que se va a emplear para el calentamiento de la termólisis.

La temperatura de calentamiento se regula añadiendo una cantidad apropiada de aire que tenga una temperatura inferior a la temperatura de termólisis necesaria para el aire de combustión. Preferentemente, dicho aire tiene la temperatura ambiente. La temperatura deseada se controla mediante diversos medios sensores fuera y dentro del reactor.

Dicho reactor puede ser vertical, horizontal o inclinado. En la parte superior, el reactor puede comprender diversas entradas, como por ejemplo para los medios de agitación, material de partida, adición de aditivos cuando sea necesario, preferentemente aceite, o medios sensores para controlar la temperatura, presión, contenido en oxígeno, etc., válvula de control de presión y similares. En un modo de realización, el reactor es vertical. Con un reactor vertical se pueden extraer los productos secundarios más rápidamente que con otras disposiciones dado que el recorrido del producto secundario hasta la salida es más corta y que se puede usar el principio de gravimetría. Además, se permite construir la instalación en módulos de abajo hasta arriba en un espacio más pequeño para poner ventajosamente más que un reactor, junto con los respectivos medios periféricos que también requieren un calentamiento indirecto, en una única camisa de calor. Otra ventaja consiste en que la combinación del reactor vertical con la columna de craqueo resulta en una altura efectiva mayor de la columna donde se produce el craqueo molecular. Esta altura añadida permite una reacción global más rápida y eficaz.

En un modo de realización se usa al menos un reactor para llevar a cabo la termólisis 120. Sin embargo, el quemador triple está capaz de calentar entre uno a seis reactores al mismo tiempo. Se pueden por tanto usar más de un reactor con lo cual es posible tratar más material de partida o efectuar la termólisis más rápida y más eficaz.

En un modo de realización, se mezcla un material de partida 110 con aceites oxidados 550. Los aceites oxidados 550 se pueden añadir ya en un tratamiento previo 210 o se añaden como aditivo directamente en el reactor. Dicho aceite puede añadirse si se desea para cambiar el resultado del producto secundario 510 de la termólisis 120 de un material de

ES 2 362 781 A1

partido 110 determinado. La adición 550 puede estar en el intervalo de aproximadamente 3 a aproximadamente 30% en peso, preferentemente de 5 a 15% en peso, del peso total del material de partido 110 introducido. Se ha encontrado que la adición de aceite 550 permite controlar la composición y el rendimiento de los productos finales con la ventaja de que, en un caso de material de partida 110 de una composición desfavorable, se puede compensar por ejemplo un resultado bajo en hidrocarburos ligeros por la adición de dicho aceite. Sin embargo, más de 30% en peso de aceite da como resultado un porcentaje demasiado alto en hidrocarburos pesados y no es deseable.

El reactor también comprende varias salidas como por ejemplo para extraer los productos de la termólisis. En la parte superior del reactor, está colocada una columna de craqueo a través de la cual el gas de termólisis resultante que comprende hidrocarburos gaseosos y líquidos sale del reactor. En la parte inferior del reactor, se proporciona una válvula de salida a través de la cual el producto secundario sólido 540 de la termólisis 120 pasa al dispositivo de secado. En un modo de realización, la válvula de salida está localizada en el fondo del reactor y el producto secundario sólido 540 de la termólisis 120 cae al dispositivo de secado.

Como se menciona anteriormente, en un modo de realización la reacción de termólisis preferentemente se puede llevar a cabo en atmósfera inerte en presencia de un catalizador.

El catalizador permite un procedimiento de termólisis que puede llevarse a cabo a menor temperatura y tiempos de reacción que sin dicho catalizador. Además, el catalizador favorece el rendimiento y reduce productos secundarios 510 no deseados. Sin embargo, el experto en el ramo sabe que también es posible añadir el catalizador al reactor. La atmósfera inerte es necesaria para evitar reacciones de oxidación perjudiciales de los productos secundarios deseados que podrían provocar una reducción de la calidad o, en el peor caso, causar un incendio o explosión.

Puede usarse cualquier catalizador convencional de termólisis o craqueo. En un modo de realización, la cantidad de catalizador depende de si el material de partida 110 ya contiene una cierta cantidad de dicho catalizador o no. En un modo de realización se usan menos de 0,1% de catalizador, preferentemente entre 0,05 y 0,1% de compuestos orgánicos e inorgánicos que comprenden calcio y/o zinc. En cualquier caso, la cantidad de catalizador se mantiene baja con la correspondiente ventaja de que no es necesario llevar a cabo una etapa de separación adicional al purificar el producto sólido de la termólisis.

La temperatura de termólisis preferentemente está en el intervalo de 150 a 450°C. Dicha temperatura se controla por una parte mediante los medios sensores que regulan el quemador triple y por otra parte usando medios de agitación dentro del reactor. Dichos medios de agitación están fijados verticalmente en el reactor, preferentemente en la parte superior del reactor. Dicho agitador sirve para distribuir el calor por el reactor y la mezcla de reacción así como para homogeneizar dicha mezcla de reacción. Al distribuir el calor, el agitador proporciona una distribución de la temperatura uniforme y constante por toda la masa y hace que la mezcla del material de partida sea homogénea lo que permitirá una reacción de termólisis más eficaz. Así también pueden prevenirse las reacciones secundarias no deseadas y las composiciones de productos impredecibles.

Los medios de agitación se controlan para que funcionen a velocidades determinadas que son necesarias para un procedimiento de termólisis eficaz. En un modo de realización, la velocidad del agitador es de 5 a 50 rpm ("rounds per minute"). Si la velocidad es inferior a 5 rpm, la mezcla del material de partida no se agita de forma apropiada y no se logra homogeneidad, lo que produce un menor rendimiento. Si la velocidad es superior a 50 rpm, la mezcla del material de partida se agita demasiado rápidamente y se pega a las paredes del reactor, lo que produce un menor rendimiento.

Durante la termólisis 120, se formarán varios productos secundarios 510. Los productos secundarios 510 en mayor cantidad son hidrocarburos. Estos pueden ser hidrocarburos gaseosos ligeros y pesados, parafinas, isoparafinas, olefinas, nafta, queroseno, gasolina y gasóleo. Habitualmente, se formará una mezcla de estos hidrocarburos que debe purificarse y separarse. En condiciones de termólisis, principalmente todos los hidrocarburos estarán en estado gaseoso y forman el gas de termólisis, aunque una pequeña parte de los hidrocarburos pesados formados puede no vaporizarse y permanecer en forma líquida en el reactor. Además, pueden formarse otras moléculas pequeñas, como por ejemplo agua, hidrógeno, dióxido de carbono y similares que también estarán presentes en el estado gaseoso. Esta mezcla gaseosa comprenderá el gas de termólisis formado durante la termólisis 120. Además, se formarán productos secundarios sólidos 540, principalmente en forma de negro de humo. También, los compuestos inorgánicos que se añadieron como aditivos a los materiales de partida 110 y los restos del catalizador formarán parte del producto secundario sólido 540 y tendrán que eliminarse durante un procedimiento de refinación posterior. Habitualmente, los hidrocarburos pesados líquidos que queden se adsorberán sobre el negro de humo debido a su estructura porosa. Por lo tanto, debe llevarse a cabo una etapa de separación posterior.

Refinación

Con referencia a la Fig. 6, durante la termólisis 120, se produce un gas de termólisis 610 que comprende hidrocarburos que a presión ambiente y temperatura ambiente estarán en estado gaseoso y/o líquido. Además, también puede haber presentes otras moléculas pequeñas producidas durante la termólisis 120, como por ejemplo hidrógeno, agua y similares en dicho gas de termólisis 610. Dicho gas de termólisis 610 sale de forma continuada del reactor por la parte superior del reactor donde está situada la columna de craqueo 620.

ES 2 362 781 A1

La columna 620 puede presentar una o más salidas a lo largo de su longitud para eliminar selectivamente diferentes tipos de hidrocarburos en función de sus puntos de ebullición. En un modo de realización, sólo hay una salida al final de la columna 620 para eliminar los hidrocarburos formados finales. Por lo tanto, el gas de termólisis 610 tiene que pasar a través de toda la columna 620.

5

Dicha columna 620 dispone de varios platos en el interior que provocan un craqueo adicional 630 de los hidrocarburos. Los platos se instalan en serie por toda la columna 620 y forman un conjunto de platos, que presentan una rejilla apoyada por un aro metálico del cual cuelga una placa dotada de agujeros. El conjunto de platos forma una estructura en el interior de la columna 620 de tal forma que al dicho conjunto es soportado mediante una varilla roscada que pasa a través de algunas aberturas centrales y cuya varilla posiciona en su parte superior una placa abierta en su interior dotada de una abertura central. Los platos están formados por varias puntas troncocónicas salidas de la superficie interior de la columna 620 con distintos ángulos de inclinación. Además, dichos platos consisten en unos cartuchos formados por una serie de bandejas superpuestas gradualmente. Dichas bandejas habitualmente están superpuestas aproximadamente un 75% entre sí. Además, cada bandeja presenta una serie de pequeños cilindros huecos situados al tresbolillo. Se ha descubierto que la estructura de dichas placas sirven para el craqueo 630 y la destilación fraccional de los hidrocarburos para enriquecer en determinados hidrocarburos que tienen entre 5 a 15 átomos de carbono además para separar las partículas de negro de humo que pueden ser arrastradas con la corriente del gas de termólisis 610 que sale del reactor.

10

15

20

En un modo de realización, parte o todo del gas de termólisis 610 que sale de la columna de craqueo 620 se puede devolver a dicha columna 620. Esto puede ser posible antes o después de pasar por un decantador preconectado al condensador que tiene el efecto de un filtro y separa las partículas arrastradas de negro de humo. Se pueden reconducir todos los hidrocarburos formados sin que baje demasiado la temperatura lo cual no afecta el craqueo del gas de termólisis formado recientemente. De este modo, el gas de termólisis 610 comprende altamente hidrocarburos con un número de átomo de carbono entre 5 a 15, en su mayoría hidrocarburos saturados y aromáticos con pocos hidrocarburos pesados presentes. Los platos dentro de la columna 620 tienen el efecto de condensar y vaporizar las moléculas orgánicas una y otra vez a la temperatura de termólisis induciendo un craqueo térmico 630 que resulta finalmente en una composición deseada de hidrocarburos. El craqueo térmico 630 ocurre mayoritariamente con los hidrocarburos más pesados por su punto de ebullición más alto mientras los hidrocarburos más ligeros pasan más rápidamente por la columna 620. Así se forman mayoritariamente hidrocarburos con un número de átomo de carbono entre 5 a 15.

25

30

Productos secundarios gaseosos

Como se puede apreciar de la Fig. 7, después de salir de la columna de craqueo 620, el gas de termólisis 610 craqueado entra en un condensador 701. Se pone en funcionamiento un sistema de refrigerado que es parte del condensador 701 de forma que permita separar los hidrocarburos gaseosos 520 que tengan un número de átomos de carbono de 1 a 4 de los hidrocarburos secundarios líquidos 530 que tienen un número de átomos de carbono superior a 4. Puede usarse cualquier condensador conocido en la técnica. La refinación de los hidrocarburos secundarios líquidos 530 así obtenidos se describe más adelante.

35

40

Los hidrocarburos gaseosos 520 separados en el condensador 701 comprenden principalmente hidrocarburos que tienen un número de átomos de carbono de 1 a 4 y pueden comprender además hidrógeno. Los componentes principales de dichos hidrocarburos gaseosos 520 son metano, etano, etileno, propano, propileno, butano e isobutano y algún mercaptano ligero. Después de salir del condensador 701, los hidrocarburos gaseosos 520 aislados se lavan 702 para eliminar los iones de azufre y cloro y finalmente se almacenan 703, por ejemplo, en un gasómetro. El gas combustible así obtenido se usa para la combustión en el quemador triple 710 y establecer la autonomía energética de la instalación. En un modo de realización, el gas combustible puede introducirse además en la red de abastecimiento de gas municipal o venderse de otra forma, por ejemplo como materia prima a la industria de polímeros.

45

50

Productos secundarios líquidos

En un modo de realización, dichos hidrocarburos ligeros líquidos 530 deseados comprenden los hidrocarburos que tienen un número de átomos de carbono de 5 a 15, principalmente saturados y/o aromáticos. En otro modo de realización, dichos hidrocarburos tienen un número de átomos de carbono de 5 a 12. Los componentes de dichos hidrocarburos pueden ser del tipo de parafinas, isoparafinas, definas, nafta, queroseno, gasolina o gasóleo dependiendo del material de partida usado. Por ejemplo, los neumáticos producirán más gasóleo sintético, mientras que los plásticos producirán nafta y queroseno.

55

60

La refinación de los hidrocarburos líquidos se muestra en la Fig. 8. Después del condensador 701, donde se separan los hidrocarburos gaseosos 520, los hidrocarburos líquidos 530 pasan al decantador 810. El objetivo del decantador 810 es separar los hidrocarburos ligeros 811 deseados de los hidrocarburos pesados 812 y del agua 813. Puede usarse cualquier decantador conocido en la técnica. Los hidrocarburos ligeros 811 deseados se procesan adicionalmente y el agua 813 y los hidrocarburos pesados 812 se recogen cada uno por separado.

65

En un modo de realización, parte o todos los hidrocarburos líquidos 530 se devuelven a la columna de craqueo 620. Esto puede ser posible antes o después de pasar por el decantador 810. Así es posible reconducir hidrocarburos pesados 812 y ligeros 811 juntos o solamente los hidrocarburos ligeros 811. Devolver los hidrocarburos líquidos 530 es necesario para garantizar que el producto líquido final comprenda hidrocarburos con un número de átomo de carbono

ES 2 362 781 A1

entre 5 a 15, en su mayoría hidrocarburos saturados y aromáticos y de alta calidad sin contener sustancialmente ningún hidrocarburo pesado 812. Cuando se devuelven los hidrocarburos líquidos 530 a la columna 620, se calientan a la temperatura de termólisis y tienen que pasar otra vez por toda la columna de craqueo 620. El efecto de los platos de condensar y vaporizar las moléculas orgánicas una y otra vez a la temperatura de termólisis induce un craqueo térmico 630 que resulta finalmente en las fracciones deseadas de hidrocarburos. El craqueo térmico 630 ocurre mayoritariamente con los hidrocarburos más pesados por su punto de ebullición más alto mientras los hidrocarburos más ligeros pasan más rápidamente por la columna 620. Así se enriquecen dichos hidrocarburos con un número de átomo de carbono entre 5 a 15. Otra ventaja consiste en reducir la cantidad de partículas sólidas posiblemente arrastradas por el gas de termólisis 610 y la purificación final resulta menos laborosa.

El procedimiento de refinación final de los hidrocarburos ligeros 811 es el siguiente. Después de salir del decantador 810, los hidrocarburos ligeros 811 se lavan 815, se filtran 816 y se centrifugan 817. En un modo de realización, los hidrocarburos ligeros así aislados después se almacenan 818 para su venta 820 y/o uso 830. Se pueden usar los dispositivos y técnicas conocidos en el ramo.

En un modo de realización, después de salir de la centrífuga, parte o todos los hidrocarburos ligeros líquidos obtenidos pasan por una segunda columna de platos convencionales. Esta columna, en contrario a la columna de craqueo 620 que sirve para el craqueo del gas de termólisis o de los hidrocarburos líquidos 530, tiene varias salidas con el efecto que se pueden aislar fracciones diferentes y mezclarlas para obtener un gasóleo de composición elegible. Otro efecto es el enriquecer de los hidrocarburos ligeros líquidos en moléculas con un número de átomo de carbono entre 5 a 12 y producir el gasóleo deseado. También sirve como etapa de purificación y puede ser que se separen hidrocarburos pesados todavía presentes. Dicha segunda columna se puede apreciar, por ejemplo, de la Fig. 11 indicado como 1101.

Pueden usarse tal cual o pueden mezclarse con gasolina o gasóleo. En un modo de realización, los hidrocarburos ligeros pueden usarse como combustible 831 en quemadores y motores industriales y de automoción o para cogenerar energía 833 si se desea. También se pueden usar como materia prima 832 o disolventes en la industria química. En un modo de realización, los hidrocarburos ligeros pueden usarse como combustible 831 para el quemador triple para mantener la autonomía energética de la planta cuando sea necesario.

En un modo de realización, los hidrocarburos pesados 812, debido a su baja calidad, se alimentan al quemador triple y contribuyen así a la autonomía energética de la planta.

Productos secundarios sólidos

Con referencia a la Fig. 9, cuando ha terminado la termólisis 120, los productos secundarios sólidos 540 de la termólisis 120, preferentemente negro de humo, permanecen en el reactor. Dichos productos secundarios sólidos 540 de la termólisis 120 pueden estar mezclados con algunos productos líquidos de la termólisis 120 que no se hayan vaporizado bajo las condiciones de termólisis. Dichos productos secundarios líquidos 530 de la termólisis 120 tienden normalmente a ser absorbidos sobre los productos secundarios sólidos 540 de la termólisis 120 y se deben eliminar mediante secado 902, tal como descrito posteriormente.

Los productos secundarios sólidos 540 de la termólisis 120 se eliminan 901 del reactor a través de una válvula de salida situada en la parte inferior del reactor. Preferentemente, dicha válvula está situada en el fondo del reactor. Así que, cuando ha terminado la termólisis 120, dicha válvula de salida se abre y el producto secundario sólido 540 cae en el dispositivo de secado 902. Una vez se ha vaciado el reactor, la válvula de salida de la parte inferior del reactor se cierra y puede añadirse material de partida 110 nuevo al reactor para iniciar otra reacción de termólisis. Por lo tanto, la termólisis de la presente invención se lleva a cabo de forma discontinua.

Los productos secundarios líquidos 540 adicionales de la termólisis 120 que no se han vaporizado y que ahora están adsorbidos sobre los productos secundarios sólidos 540 de la termólisis 120 comprenden preferentemente hidrocarburos pesados 812. Dichos hidrocarburos pesados 812 pueden eliminarse aplicando suficiente calor durante un tiempo determinado de forma que finalmente se vaporicen y se separen del sólido. Esto se lleva a cabo en un dispositivo de secado 902, preferentemente situado bajo el reactor. De este modo, dicho dispositivo de secado 902 está situado dentro del mismo sistema de calor que el reactor de termólisis y se puede aprovechar del mismo calentamiento indirecto que se usa para la termólisis 120. En un modo de realización, el dispositivo de secado 902 está equipado con medios de agitación que distribuyen el negro de humo no seco por todo el secador 902 lo cual proporciona una eliminación mejor y más rápida de los hidrocarburos adsorbidos.

Después de que los hidrocarburos pesados 812 hayan sido desabsorbidos del producto secundarios sólido 540, abandonan el dispositivo de secado 902 a través de una salida en la parte superior del dispositivo, preferentemente en el techo, y pueden recogerse en un depósito separado junto con los hidrocarburos pesados aislados del decantador 810. Los productos secundarios sólidos 540 sustancialmente secos abandonan el dispositivo de secado 902 a través de una salida de la parte inferior de dicho dispositivo, preferentemente en el fondo.

Dichos sólidos 540 después serán transportados por medios de transporte, preferentemente en forma de tornillo. Dicho tornillo puede estar recubierto de un sistema de calor que puede ser el mismo sistema de calor o uno diferente al usado para calentar el reactor y el dispositivo de secado 902. Dicho sistema de calor mantiene los productos se-

ES 2 362 781 A1

cundarios sólidos 540 sustancialmente secos a temperaturas de 130 a 350°C, preferentemente de 150 a 270°C. Esto permitirá eliminar los residuos líquidos que podrían estar todavía absorbidos sobre los productos secundarios sólidos 540. Al final de dicho tornillo, todas las sustancias volátiles saldrán a través de una salida que lleva al depósito donde se recogen los hidrocarburos pesados 812.

5 Los productos secundarios sólidos 540 ahora secos se enfrían después a temperatura ambiente por medios de refrigeración 906 para su purificación posterior. En un modo de realización, los medios de refrigeración 906 comprenden una plataforma con un sistema de intercambio de calor. El sistema de intercambio de calor podría funcionar con cualquier medio, preferentemente aire frío, agua u otros líquidos, más preferentemente con agua. La temperatura del medio
10 de refrigeración puede ser temperatura ambiente o menor. Otros procedimientos del estado de la técnica llevan a cabo dicho enfriamiento más tarde en la refinación con la desventaja que todos los sistemas entre salir del reactor y dispositivo de enfriamiento requieren elementos de construcción térmicamente estable y durable. El enfriamiento anterior a las etapas purificadoras permite usar dispositivos menos caros y donde el mantenimiento sea más fácil. Además se pueden usar directamente agentes purificadores como baños lavadoras en distintos disolventes lo cual a temperatura
15 elevada no fuera posible sin observar ciertas precauciones.

La plataforma 906, además del sistema de intercambio de calor, comprende una transportadora vibrante con diversos elementos elevados en su superficie que hacen que dicha superficie de la plataforma 906 sea irregular. Dichos
20 elementos se reparten por toda la plataforma 906 y pueden disponerse regular o irregularmente. Preferentemente, los elementos están dispuestos regularmente, en línea o al tresbolillo. La altura de dichos elementos no es limitada, siempre y cuanto existe la posibilidad que el negro de humo pueda pasar por encima de dichos elementos. Preferentemente, dichos elementos tienen forma de botón. Dichos elementos confieren una mayor área superficial a dicha plataforma 906 haciendo que permite un enfriamiento más eficaz dado que el negro de humo puede ponerse en contacto con más
25 área de enfriamiento. Dichos elementos hacen también que el negro de humo se esponja. La ventaja de esto es un cribado más rápido porque con un material esponjado no tienden a formarse apelmazamientos.

Después de salir dicha plataforma, el negro de humo se tamiza 907 para eliminar cualquier impureza que posiblemente permanezca del material de partida 110 original como por ejemplo restos de craqueo con elevado punto de
30 fusión que podría no haber sufrido termólisis 120 completa. Después, el negro de humo tamizado se puede lavar en solución ácida acuosa para eliminar las impurezas inorgánicas 908 y las trazas de catalizador todavía presentes, o se puede moler 911 posteriormente en un micronizador hasta un tamaño de partícula medio uniforme. Estas dos etapas se pueden intercambiar. Por ejemplo, en un modo de realización de acuerdo con la Fig. 9, primero se lleva a cabo la eliminación de las partículas inorgánicas y luego se muele el negro de humo, mientras en otro modo de realización, la
35 etapa de moliendo se efectúa antes de la eliminación de las partículas inorgánicas. El negro de humo así obtenido se almacena luego para su venta o uso.

En un modo de realización, el negro de humo se usa para aplicaciones asfálticas 931 o para fabricar mezclas patrones 932 con productos poliméricos utilizadas en extrusión, inyección y prensado de los plásticos y cauchos. Otra
40 de sus aplicaciones es el uso para pirotécnica 933. El negro de humo también se puede transformar en carbón activo 934 para su uso como filtro o agente de adsorción o en aplicaciones médicas. También tiene uso en la producción de neumáticos nuevos, como pigmento 935, o como material de refuerzo 936.

En un modo de realización, el negro de humo que no tiene la calidad deseada apropiada puede separarse y llevarse al quemador triple 710, tal como descrito anteriormente.

45 En un modo de realización alternativo, tal como se puede apreciar en la Fig. 10, los productos secundarios sólidos 540 resultantes de la termólisis 120 pueden eliminarse de forma continua del reactor mediante una fase de disolución en éter y usando un tornillo. Dicho tornillo, está situado en la parte inferior del reactor. Se mantiene una atmósfera inerte. El producto secundario sólido 540 se mantiene a temperaturas de 130 a 350°C, preferentemente de 150 a 270°C,
50 usando un intercambiador de calor. Dicho producto secundario sólido 540 se transporta a un tanque de decantación 1002 donde los productos secundarios líquidos 530 adsorbidos a dicho sólido se separan y se devuelven al reactor mediante una bomba. La etapa de disolución en éter tiene el efecto de licuar los productos secundarios, permitiendo una separación más veloz.

55 Después, se separan las impurezas inorgánicas. Para este fin, dicho sólido se transporta a un recipiente equipado con un agitador donde se añade 1004 un disolvente orgánico que comprende un grupo éter, preferentemente dietiléter o diisopropiléter. La porción orgánica, preferentemente hidrocarburos pesados 812, de dichos sólidos se disolverá en el disolvente y se arrastra el negro de humo, mientras que la porción inorgánica se depositará formando una suspensión. Después, pueden decantarse las sustancias inorgánicas 1012. Este procedimiento de separación habitualmente tiene
60 lugar a temperaturas de -70 a 20°C. La fase de éter 1005 que comprende el negro de humo se transporta a un primer dispositivo de destilación 1006 donde el éter se elimina 1013 por destilación y se recoge en un depósito para reutilizarlo en la purificación posterior de productos secundarios sólidos 540 nuevos de la termólisis 120. Los hidrocarburos 812 que quedan todavía también se separan y después se devuelven al reactor de termólisis. El negro de humo 1007, sobre el que todavía hay algo de éter adsorbido, se transporta a un segundo dispositivo de destilación en el que se realiza
65 una destilación flash 1008 introduciendo una corriente de gas inerte previamente calentada en un intercambiador de calor alimentado por los gases procedentes de la cámara de combustión 710. El efecto de la destilación flash 1008 es la separación de los residuos de éter 1013 que salen por cabeza, después de pasar por un filtro, típicamente de mangas, y se devuelven al primer dispositivo de destilación 1006. El negro de humo 1009 seco se recoge al fondo del segundo

ES 2 362 781 A1

dispositivo de destilación y cae a través de una salida situada en el fondo de dicho dispositivo de destilación a un recipiente donde se trata más como descrito anteriormente.

Ejemplos

5

Las siguientes tablas muestran los resultados de distintos procedimientos de reciclado obtenidos con diferentes materiales de partida

1.- Termólisis de un plástico o un caucho sin carga: Rendimiento 98%

10

Material partida:	de	kg	Productos	kg	% sobre la mat. orgánica
plástico/caucho		100	hidrocarburos gaseosos	6,0	6,1
			hidrocarburos ligeros	87,0	88,9
			hidrocarburos pesados	4,8	4,9
			inorgánicos (óxidos)	0,2	

15

20

2.- Termólisis de un plástico con carga: Rendimiento 98%

25

Material de partida:	kg	Productos	kg	% sobre la mat. orgánica
plástico cargado al 20%	100	hidrocarburos gaseosos	7,0	9,4
		hidrocarburos ligeros	62,0	82,5
		hidrocarburos pesados	6,0	8,1
		inorgánicos (óxidos)	23,0	

30

35

3.- Termólisis de neumáticos Rendimiento 98%

40

Material partida:	de	kg	Productos	kg	% sobre la mat. orgánica
Neumáticos	100	Metales	14,0		
		hidrocarburos gaseosos	7,0	8,5	
		hidrocarburos ligeros	19,0	23,1	
		hidrocarburos pesados	14,0	17,1	
		inorgánicos (óxidos)	4,0		
		negro de humo	42,0	51,2	

45

50

4.- Termólisis de aceites oxidados Rendimiento 96%

55

Material de partida:	kg	Productos	kg	% sobre la mat. orgánica
aceites oxidados	100	hidrocarburos gaseosos	3,0	3,1
		hidrocarburos ligeros	25,0	26,0
		hidrocarburos pesados	68,0	70,1

60

65

ES 2 362 781 A1

Como se puede derivar de los resultados de los experimentos prácticos llevados a cabo, el procedimiento e instalación ventajosamente permiten la producción de negro de humo en una cantidad superior a la que originariamente existen en la materia prima. La composición en negro de humo en los neumáticos de automóvil y camión, que son los que más abundan, viene a ser para el automóvil de 13 a 17% y para rueda de camión entre el 25 y 30%, estas cantidades varían según fabricante. Por tanto, como media, las ruedas que se reciclan tienen un 20% de contenido en negro de humo. Como se observa en el apartado 3 del ejemplo, el aumento del negro de humo es superior al doble de su contenido inicial. En este caso se consigue extraer aproximadamente 52% de negro de humo. Por tanto las características de la invención permiten la rectificación eficaz de los materiales de entrada, permitiendo su reciclado íntegro, y así aumentar la cantidad de negro de humo producida.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Instalación para reciclar materiales basados en polímeros mediante despolimerización que comprende

al menos un reactor adaptado para despolimerizar materiales basados en polímeros mediante termólisis, en el que el al menos un reactor se calienta indirectamente;

medios de separación adaptados para separar los productos secundarios sólidos, líquidos y gaseosos;

medios de reconducción adaptados para reconducir una parte de los producto secundarios para suministrar energía al reactor; y

medios de procesamiento adaptados para procesar la parte restante de los producto secundarios para fabricar productos finales aptos para uso externo;

en el que por medio de los medios de reconducción y medios de procesamiento se asegura que todo del material de partida basado en polímeros o bien se consume mediante la realimentación al reactor o bien se refinan para obtener productos finales sólidos, líquidos y gaseosos aptos para el consumo o venta.

2. Instalación de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además medios para un tratamiento previo a la despolimerización de los materiales basados en polímeros proporcionando materiales de partida en un tamaño de 8 a 25 mm, medios de almacenamiento de los productos finales y un quemador.

3. Instalación de acuerdo con la reivindicación 2 en la que el quemador se alimenta con combustibles gaseosos, líquidos o sólidos o una mezcla de los mismos.

4. Instalación de acuerdo con la reivindicación 2, en la que el al menos un reactor comprende una columna de craqueo en la parte superior y medios de agitación, una cámara de secado para secar los productos secundarios sólidos.

5. Instalación de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende además una columna de destilación para enriquecer mediante craqueo los productos finales líquidos en hidrocarburos con un número de átomo de carbono entre 5 a 12.

6. Instalación de acuerdo con la reivindicación 4, en la que el al menos un reactor comprende en su parte superior además una tolva de alimentación y dichas tolvas de alimentación tienen medios de adición de un catalizador y medios para expulsar el aire y establecer una atmósfera inerte.

7. Instalación de acuerdo con la reivindicación 4, en la que la columna de craqueo comprende varios platos por toda la columna formando un conjunto de platos que comprende placas dotadas de agujeros, rejillas y aros metálicos.

8. Instalación de acuerdo con la reivindicación 2, en la que las materiales de partida en un tamaño de 8 a 25 mm no presentan ningún contenido metálico.

9. Instalación de acuerdo con la reivindicación 2, en la que la instalación también comprende medios de digestión de materiales de partida con aceite caliente.

10. Instalación de acuerdo con la reivindicación 7, en la que dichos platos comprenden una rejilla apoyada por un aro metálico del cual cuelga una placa dotada de agujeros y dichos platos forman un conjunto de platos que forma una estructura en el interior de la columna de tal forma que al dicho conjunto es soportado mediante una varilla roscada que pasa a través de algunas aberturas centrales y cuya varilla posiciona en su parte superior una placa abierta en su interior dotada de una abertura central; además dichos platos están formados por varias puntas troncocónicas salidas de la superficie interior de la columna con distintos ángulos de inclinación y consisten en unos cartuchos formados por una serie de bandejas superpuestas gradualmente las cuales están habitualmente superpuestas aproximadamente un 75% entre sí y en el que cada bandeja presenta una serie de pequeños cilindros huecos situados al tresbolillo.

11. Instalación de acuerdo con la reivindicación 4, en la que dicha cámara de secado comprende medios de agitación para distribuir uniformemente el producto secundario sólido por toda la cámara de secado.

12. Instalación de acuerdo con la reivindicación 2 en el que por medio de los medios de reconducción y medios de procesamiento se asegura que se produzca suficiente combustible para mantenerse autónomo energéticamente.

13. Procedimiento de reciclaje de materiales basados en polímeros mediante despolimerización que comprende las etapas de:

despolimerizar mediante termólisis en al menos un reactor en el que el al menos un reactor se calienta indirectamente;

ES 2 362 781 A1

separar los productos secundarios sólidos, líquidos y gaseosos;

reconducir una parte de los productos secundarios para suministrar energía al reactor; y

5 procesar la parte restante de los productos secundarios para fabricar productos finales aptos para uso externo;

en el que todo el material de partida basado en polímeros o bien se consume mediante la realimentación al reactor o bien se refina para obtener productos finales sólidos, líquidos y gaseosos aptos para el consumo o

10 venta.

14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende además las etapas de tratar previamente el material basado en polímeros, comprendiendo el tratamiento previo las etapas de molienda, lavado, y separación magnética, y craquear posterior a la termólisis una parte de los productos secundarios en una columna de craqueo.

15

15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, en el que la etapa de termólisis es un proceso en lotes.

16. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14 en el que parte de los productos secundarios se reconduce a la columna de craqueo.

20

17. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, en el que la termólisis se lleva a cabo en presencia de un catalizador y atmósfera inerte.

25

18. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 17, en el que el catalizador comprende 0,1% o menos de compuestos orgánicos e inorgánicos que comprenden calcio y/o zinc.

19. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, en el que la termólisis se realiza en un intervalo de temperaturas de aproximadamente 150 a aproximadamente 450°C.

30

20. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 19, en el que la termólisis se efectúa a una temperatura uniforme controlado mediante los medios de agitación.

21. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, en el que se añade entre 3 y 30% en peso de un aceite oxidado al material de partida.

35

22. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, en el que la etapa de procesar los productos secundarios de los productos líquidos y gaseosos comprende las etapas de:

separación de los productos sólidos;

40

destilación/craqueado adicional en una columna de craqueo;

devolución de parte de los hidrocarburos a la columna de craqueo;

45

condensación de los hidrocarburos líquidos; y

separación de los hidrocarburos gaseosos.

50

23. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 22, en el que procesar la parte restante de los productos secundarios comprende además las etapas de:

separación de los hidrocarburos líquidos en hidrocarburos ligeros y pesados;

55

devolución de parte de los hidrocarburos ligeros a la columna de craqueo; y

purificación final mediante lavado, filtración y centrifugado.

60

24. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, en el que procesar la parte restante de los productos secundarios sólidos comprende las etapas de:

secado;

65

eliminación de los hidrocarburos pesados adsorbidos que queden;

enfriado del producto sólido a temperatura ambiente;

ES 2 362 781 A1

eliminado de las impurezas inorgánicas;

tamizado; y

5 molienda.

10 25. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 24 en el que la eliminación de las impurezas inorgánicas se lleva a cabo usando un tratamiento en un baño ácido o con un disolvente orgánico que comprende un grupo éter.

26. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el tratamiento previo además comprende una etapa de digestión mezclando el material inicial con aceite caliente.

15 27. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 14, en el que los materiales iniciales se seleccionan a partir del grupo que comprende plásticos, cauchos, neumáticos, cables, celulosas, celofán, nilón, aceites pesados, fueloil aceites oxidados, aceites vegetales, material vegetal o mezclas de los mismos.

20 28. Producto obtenido con el procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 13 a 27 o la instalación de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 12, en el que el producto comprende uno de metal, negro de humo, hidrocarburos gaseosos y hidrocarburos líquidos ligeros con un número de átomo de carbono de 5 a 15.

29. Producto de acuerdo con la reivindicación 28 en el que los hidrocarburos líquidos ligeros comprenden gasolina, gasóleo, fueloil o mezclas de los mismos.

25 30. Uso del producto gasóleo de la reivindicación 29 para su combustión en motores industriales y de automoción o quemadores, para la co-generación de energía o en la industria química como materia prima.

30 31. Uso del producto negro de humo de la reivindicación 28 en aplicaciones o mezclas asfálticas, en la fabricación de mezclas patrones con productos poliméricos utilizadas en extrusión, inyección y prensado de los plásticos y cauchos, en pirotécnica, como pigmento, como material de refuerzo, o en su transformación en carbón activado.

32. Uso del producto hidrocarburos gaseosos de la reivindicación 28 como combustible o materia prima en la industria química, preferentemente en la síntesis de polímeros.

35

40

45

50

55

60

65

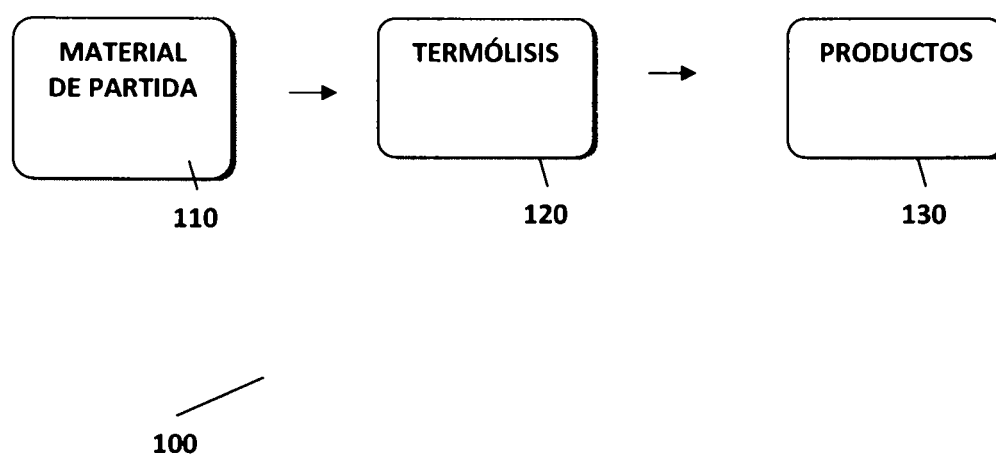


FIG. 1

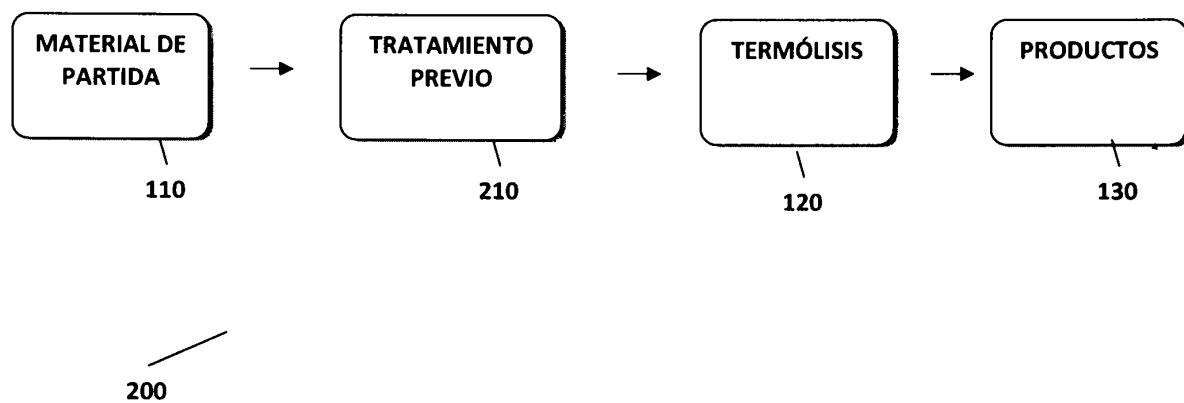


FIG. 2

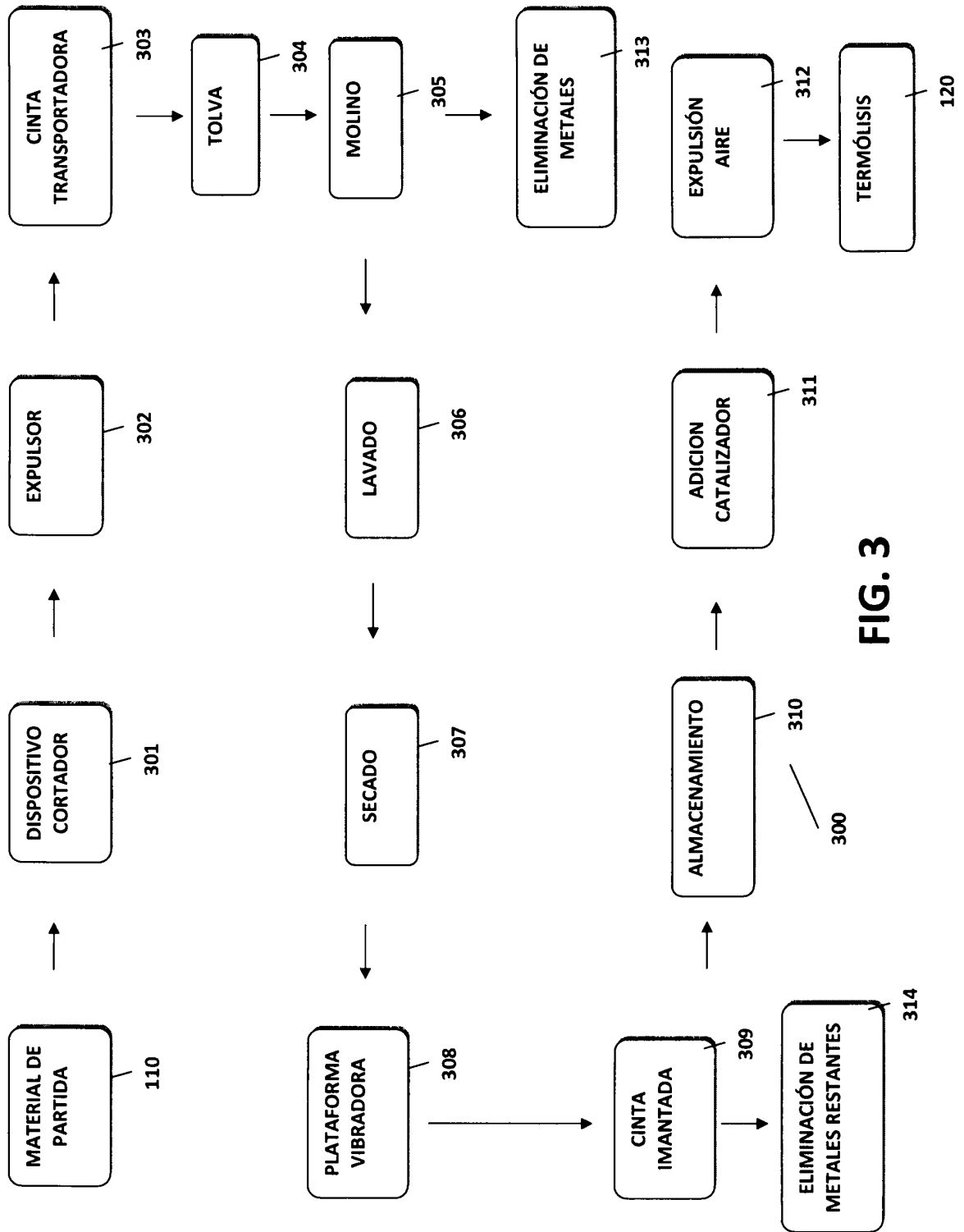


FIG. 3

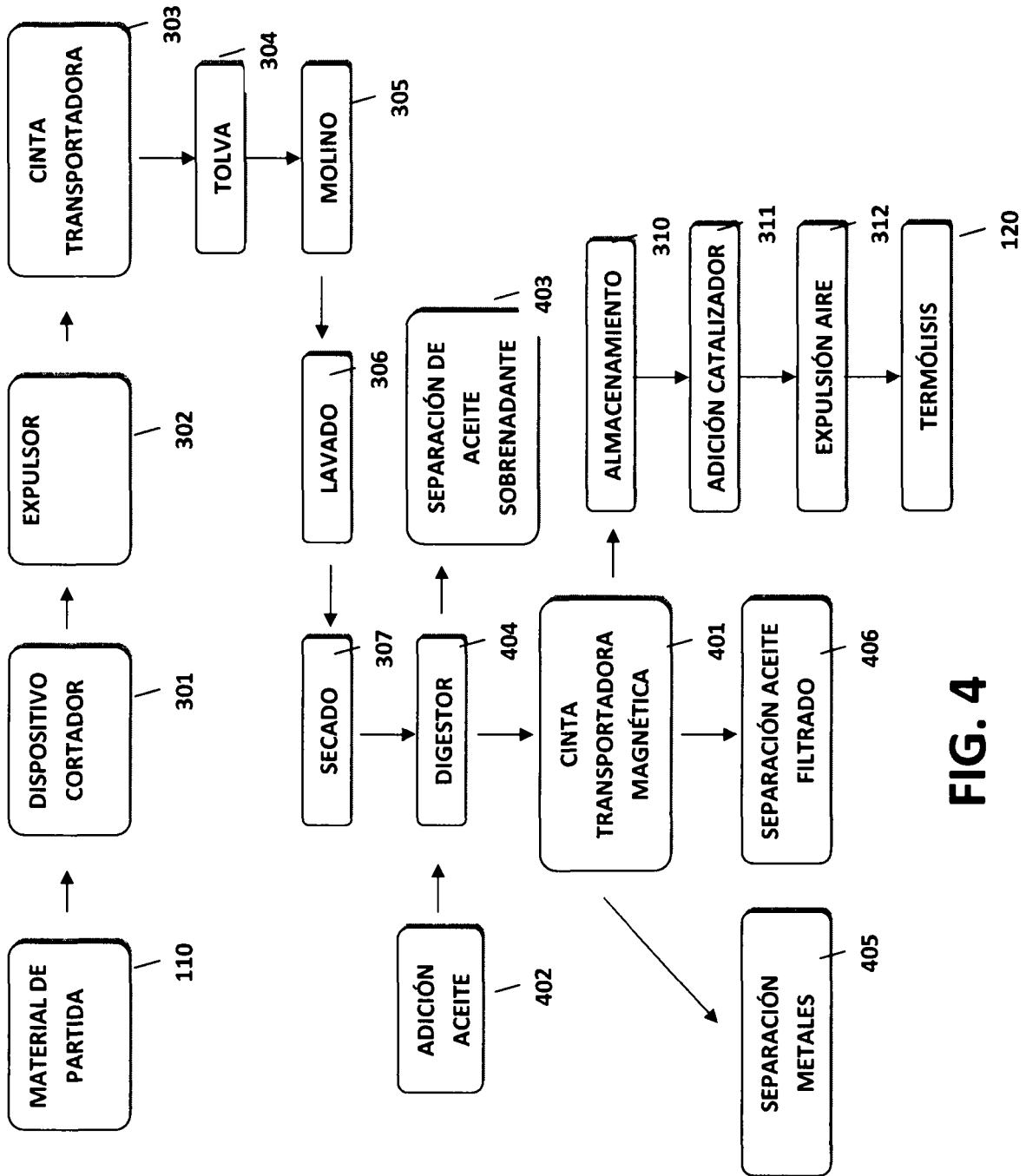


FIG. 4

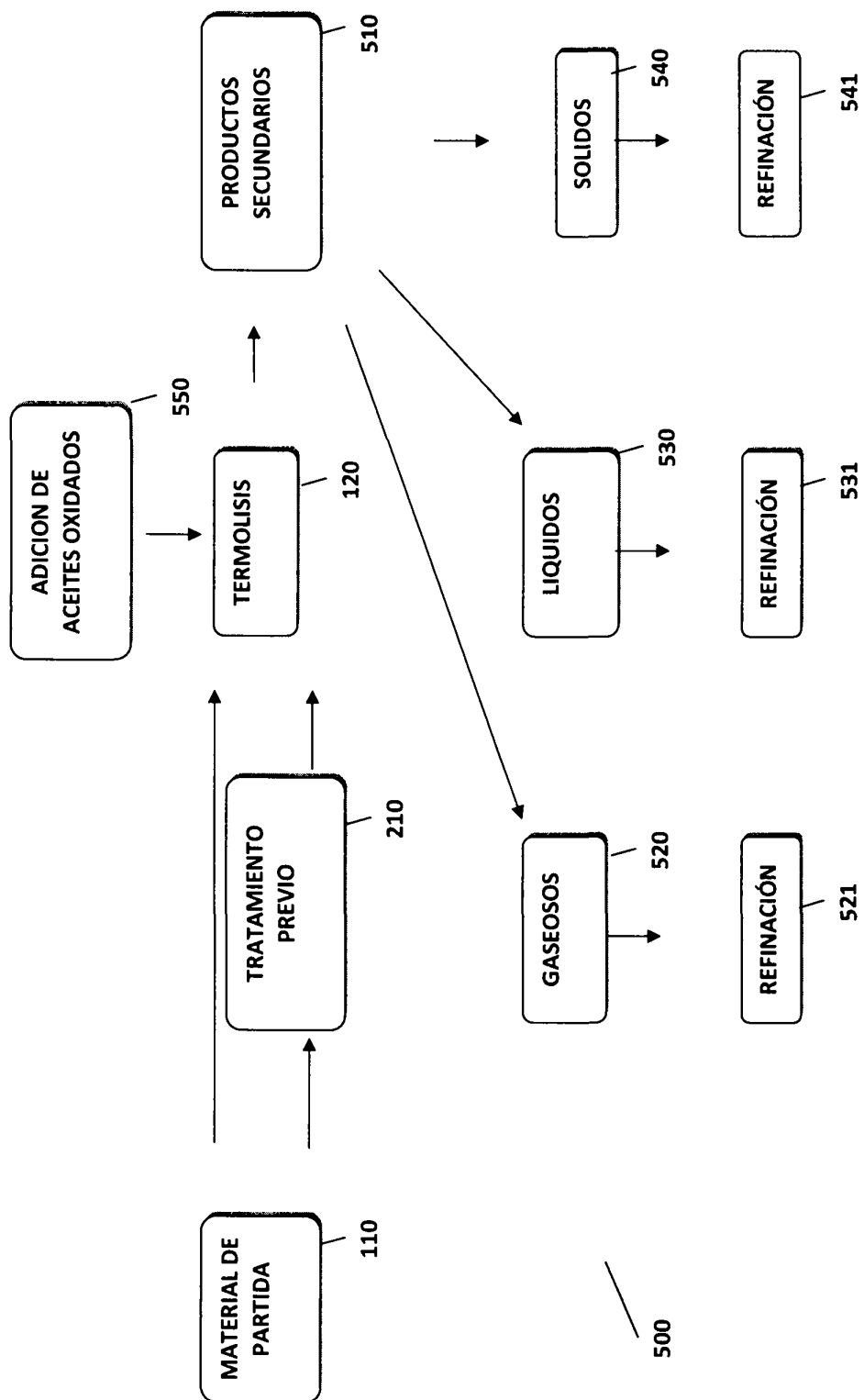


FIG. 5

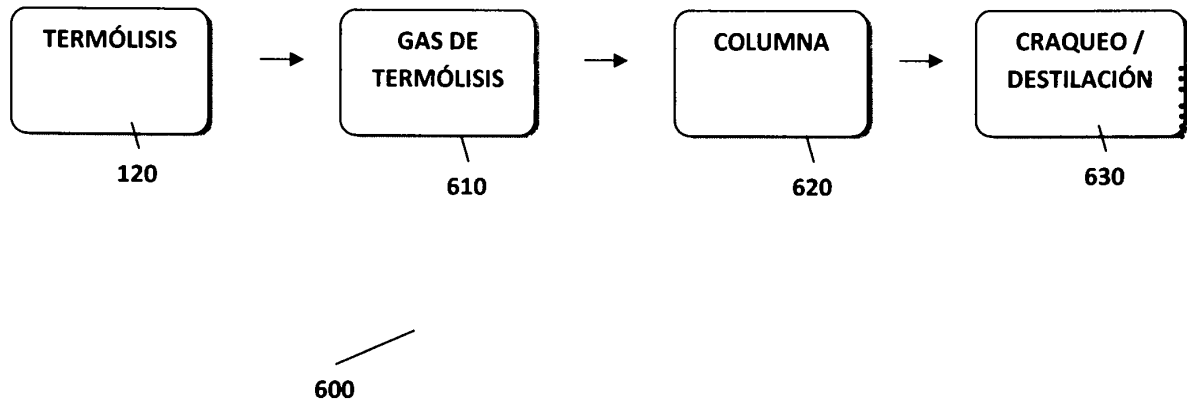


FIG. 6

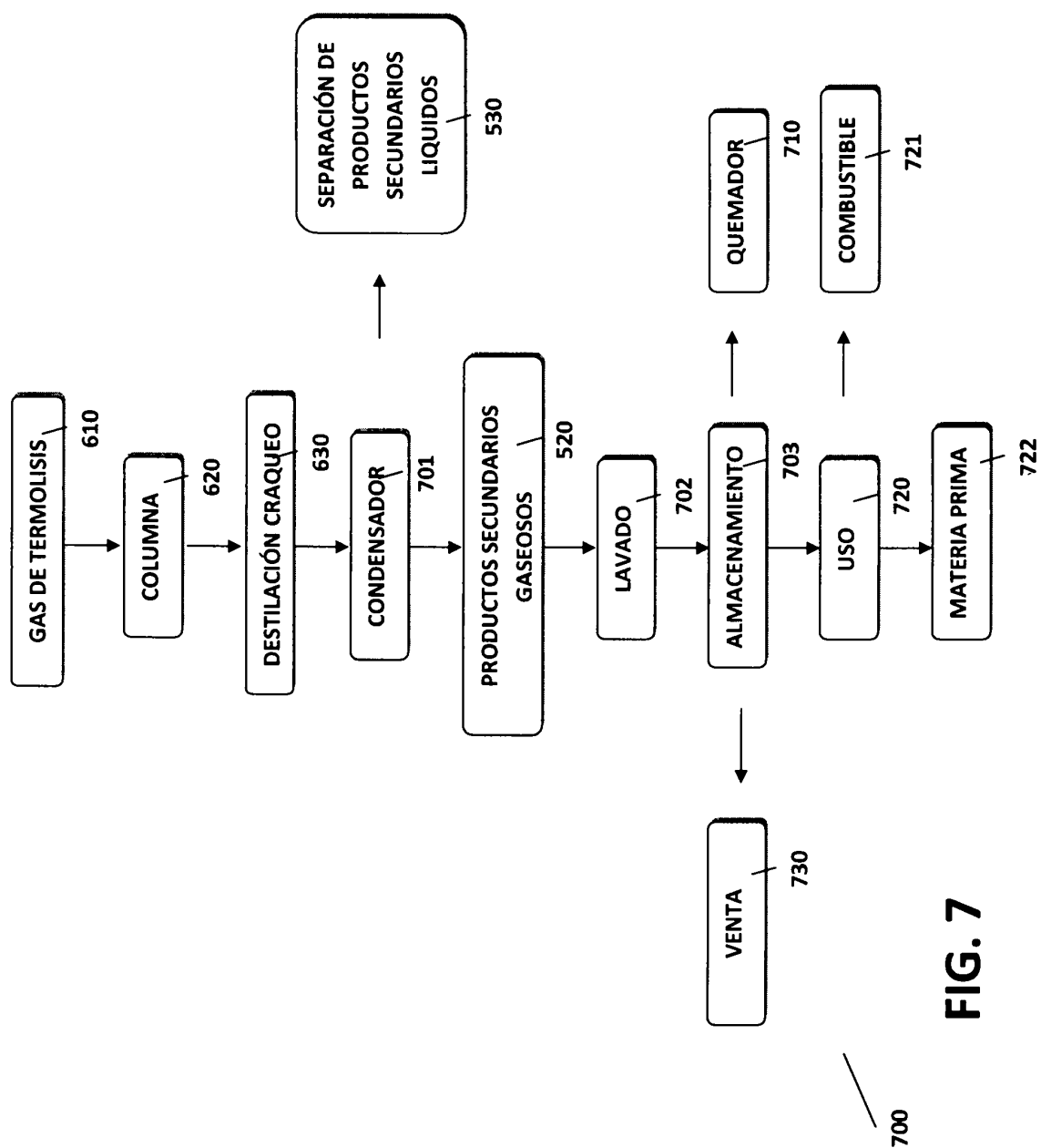


FIG. 7

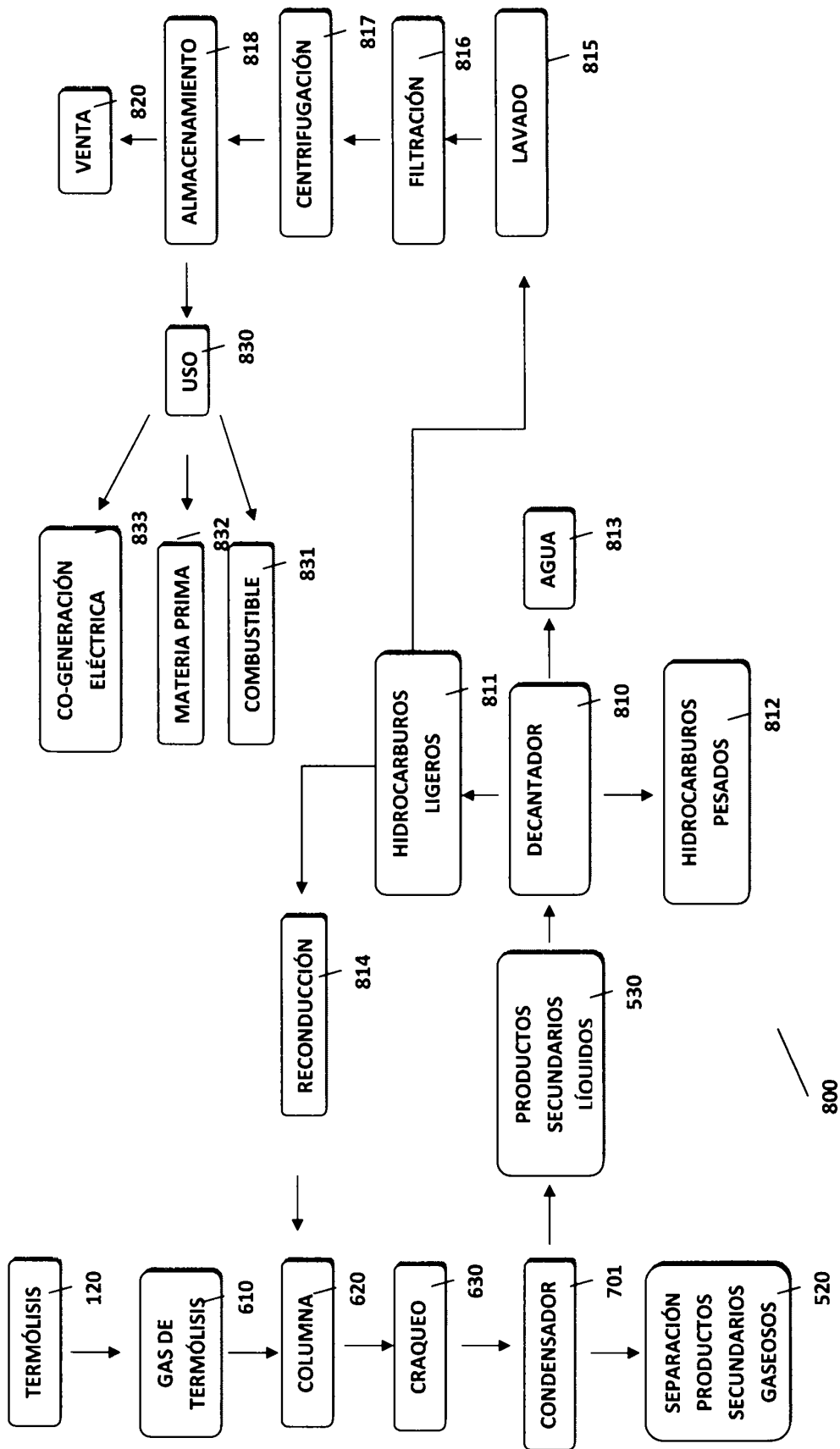


FIG. 8

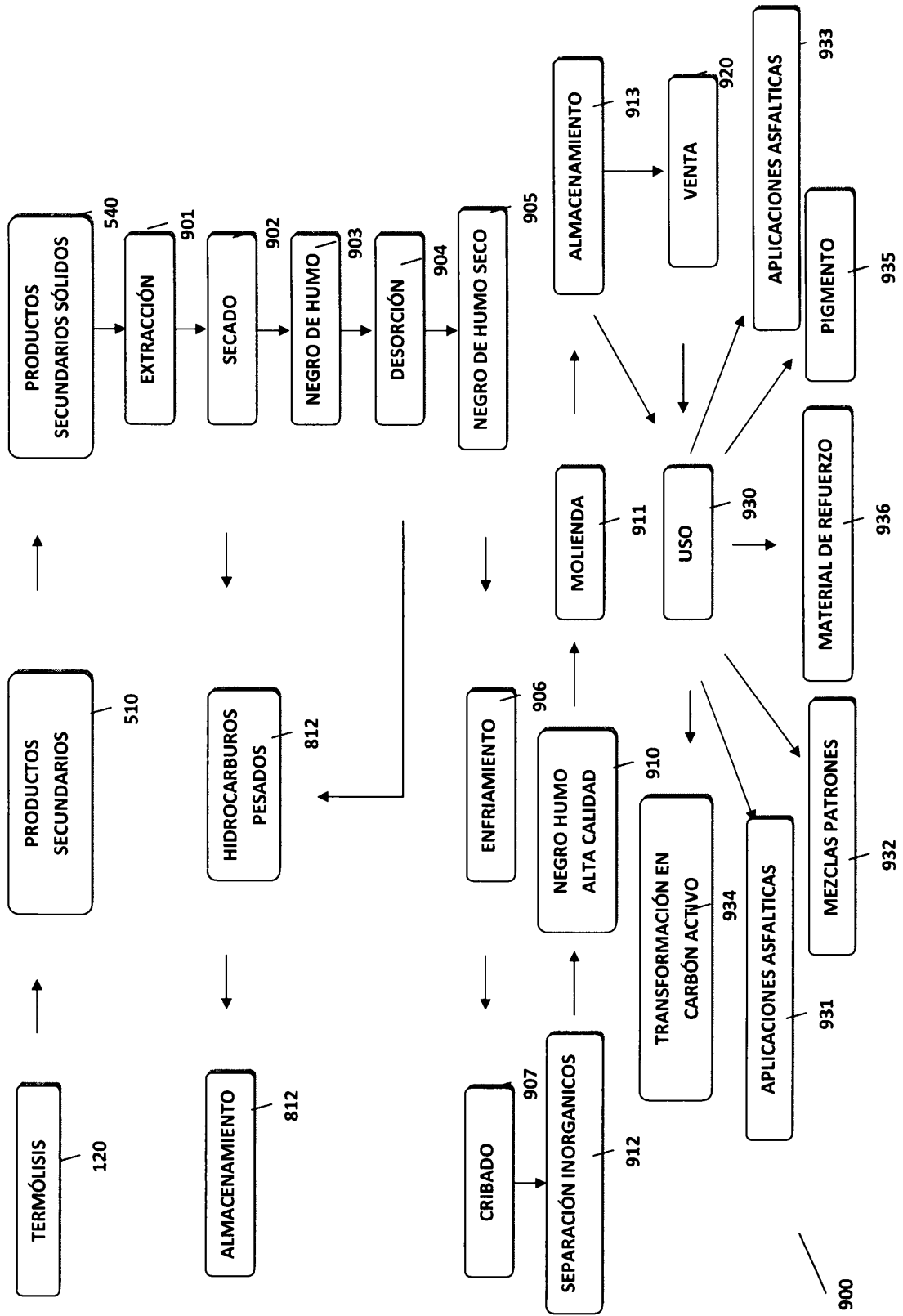


FIG. 9

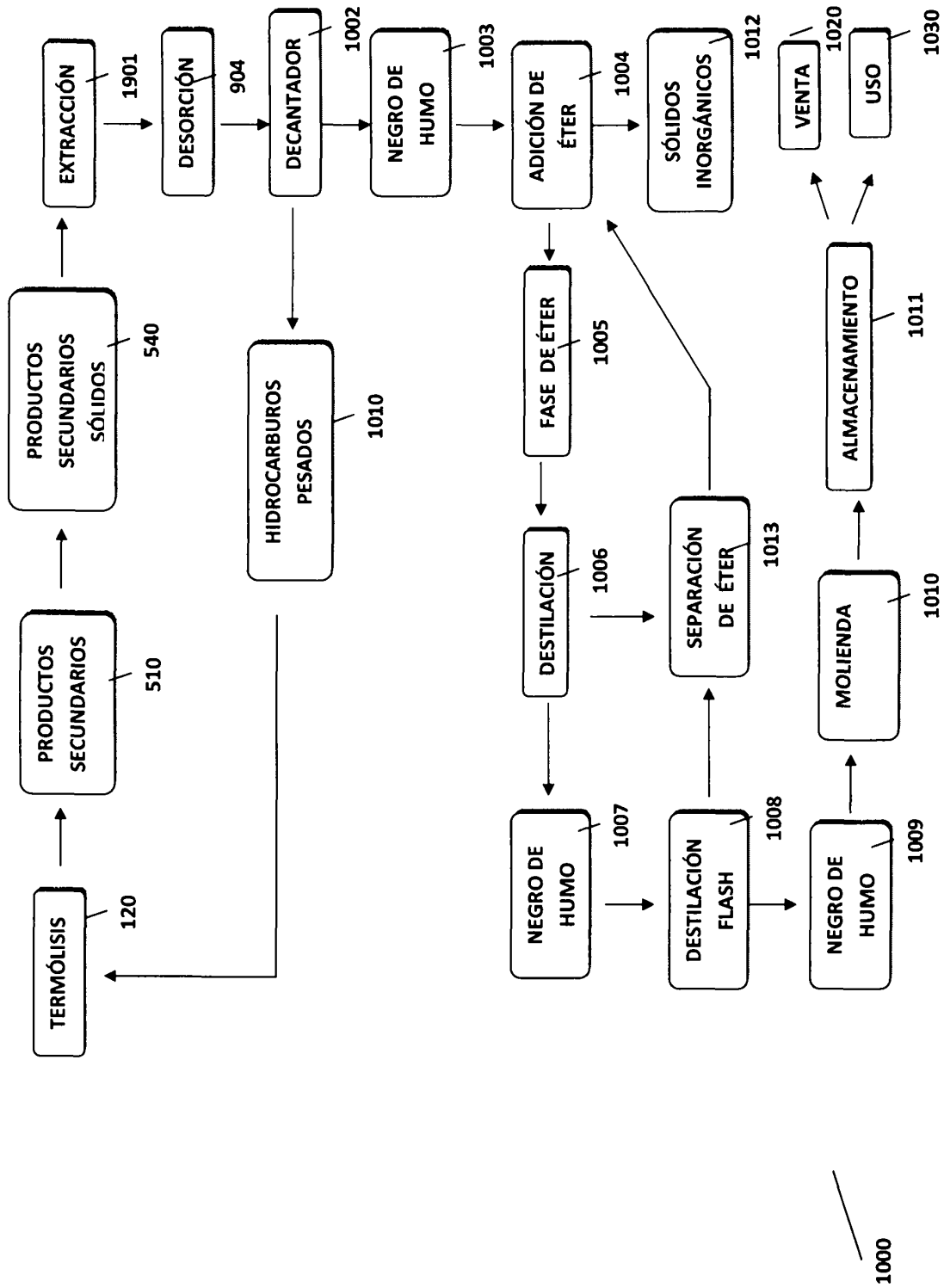


FIG. 10

1200

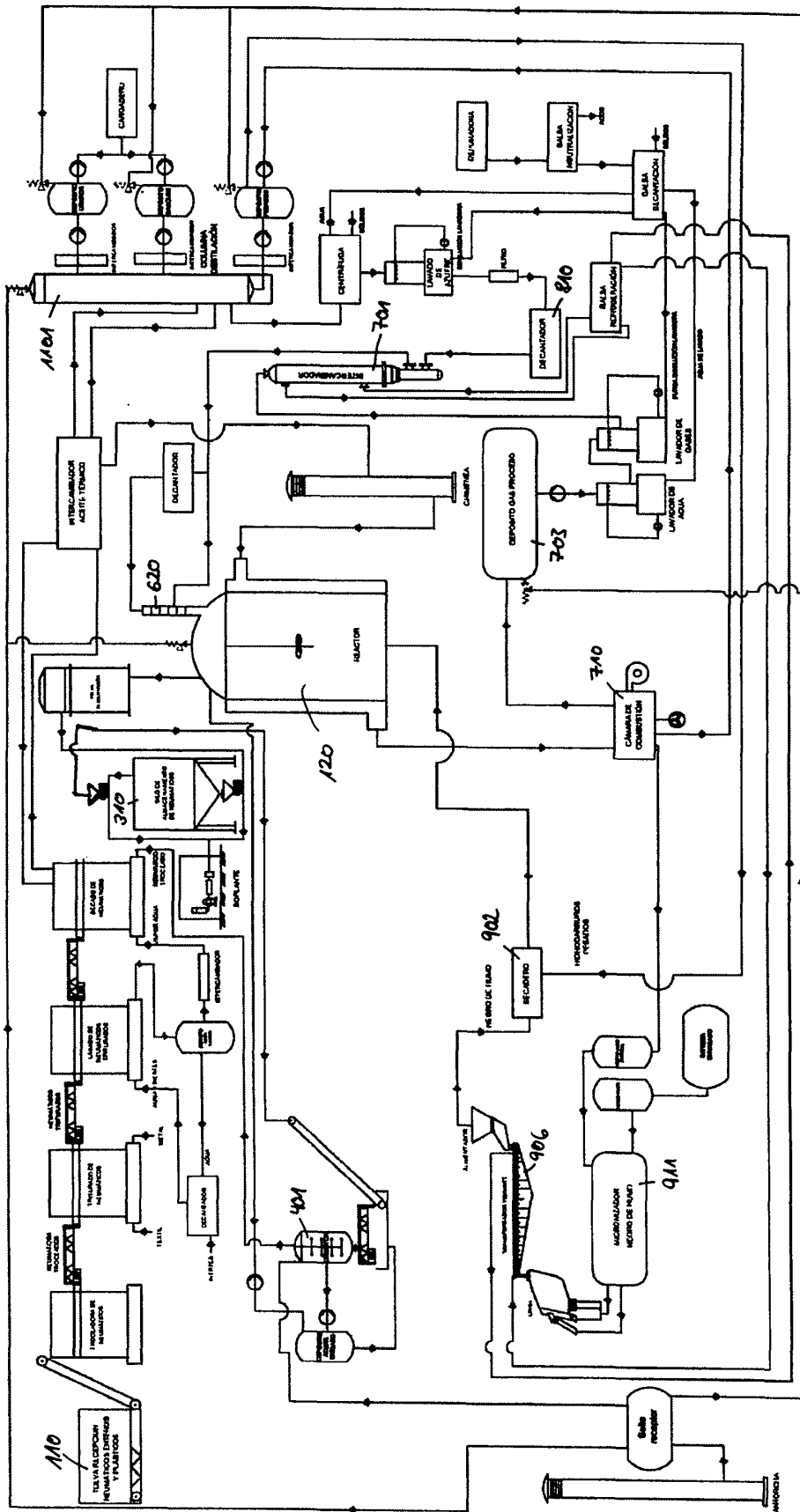


FIG. 102

1300

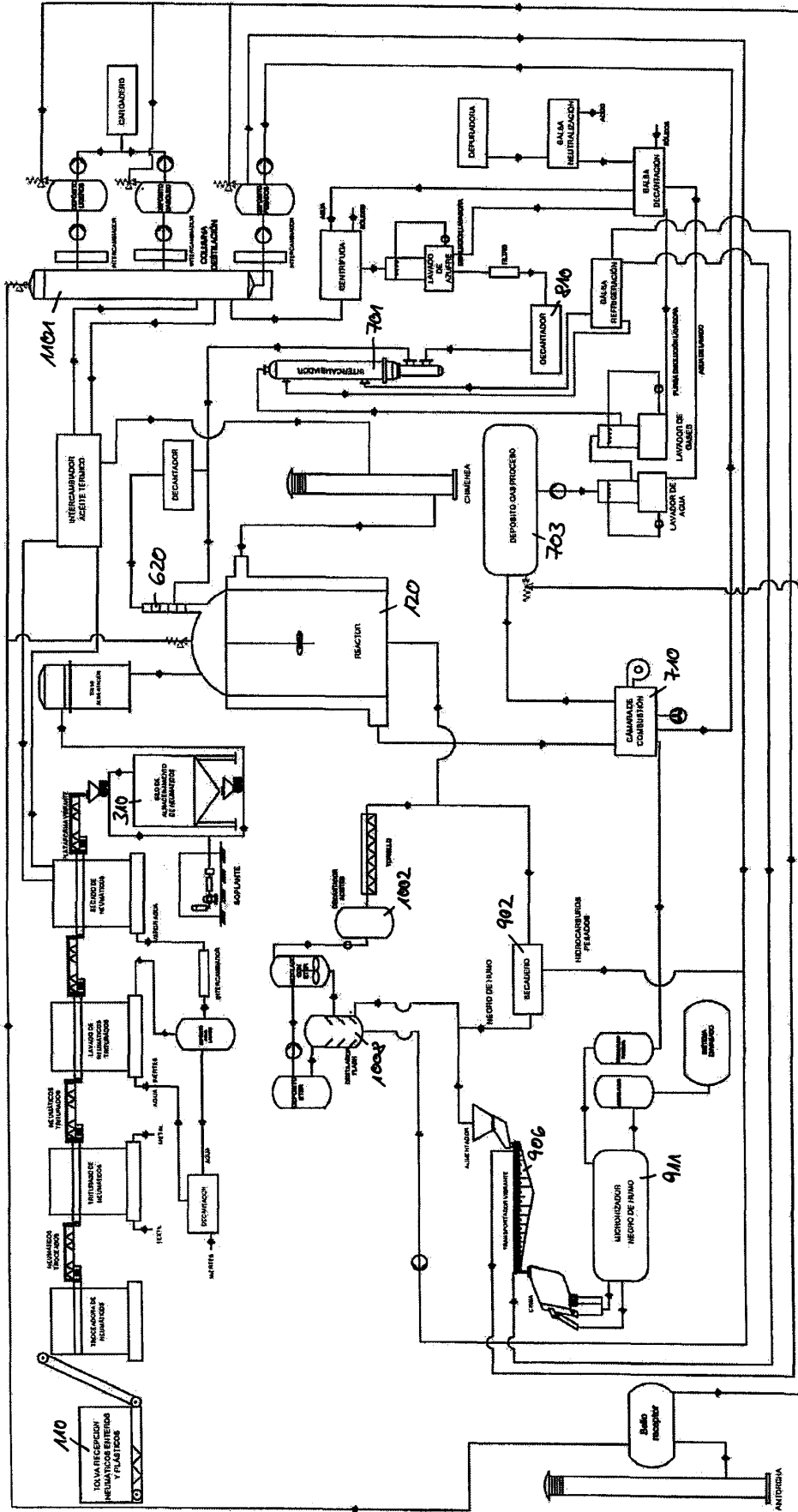


FIG. 13

1400

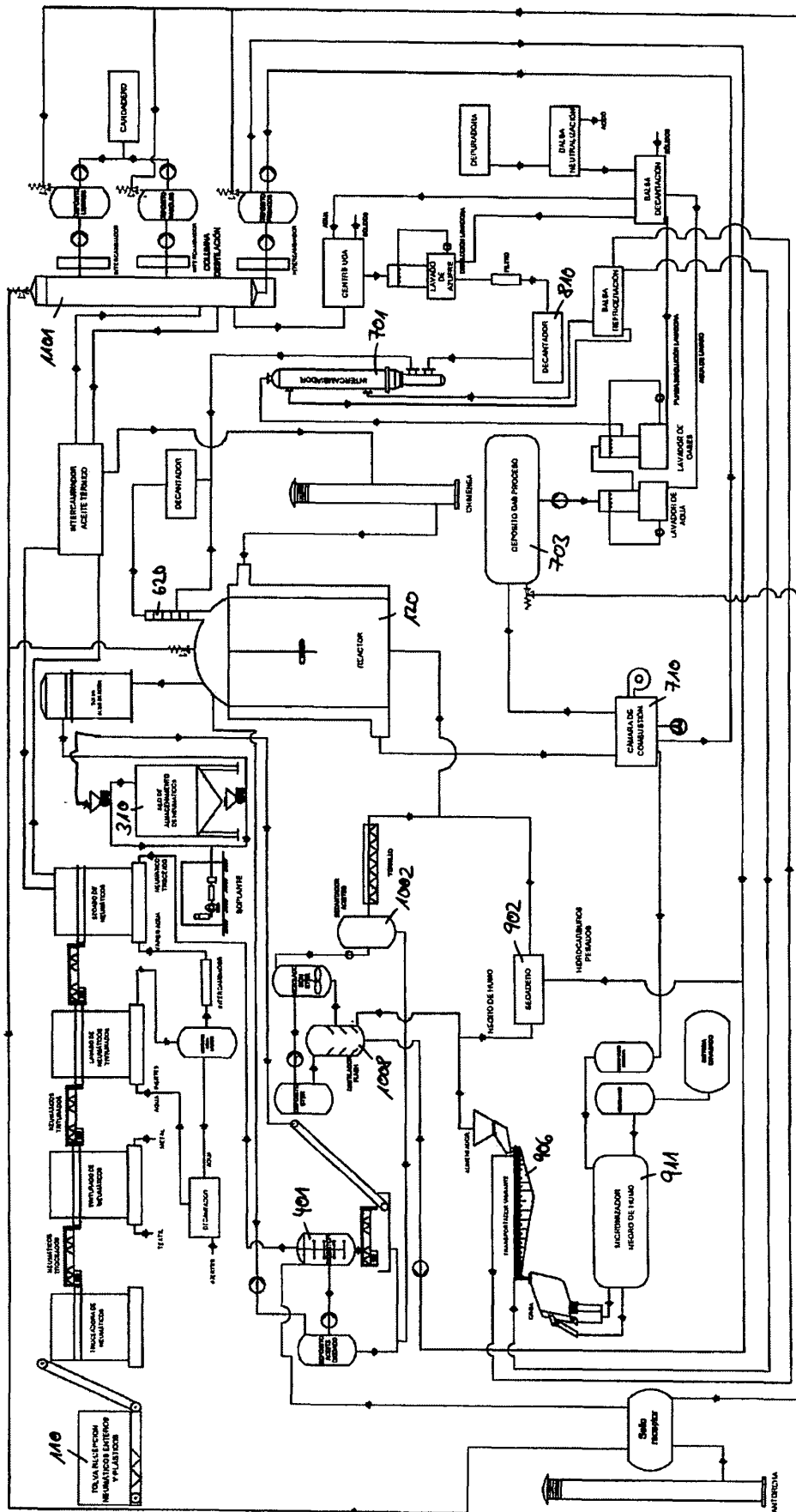


FIG. 14



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201000027

②② Fecha de presentación de la solicitud: 30.12.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	ES 2119657 A1 (LUENGO MARIN VICTORINO) 01.10.1998, página 3, líneas 49-54; página 4; página 5, líneas 1-7; páginas 6,7.	1-32
A	WO 0214040 A1 (RJ LEEGROUP INC) 21.02.2002, página 4, líneas 25-31; página 5, líneas 6-7; página 7, líneas 9-11; páginas 8,19.	1-32
A	EP 2103668 A1 (NIU BIN) 23.09.2009, resumen; párrafos [0004],[0012],[0099].	1-32
A	ES 2196807 T3 (THIDE ENVIRONNEMENT) 16.12.2003, columna 1, líneas 63-65; columna 6, líneas 20-38.	1-32
A	US 2002119089 A1 (TIREENERGY CORP) 29.08.2002, párrafo [0007].	1-32

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
06.05.2011

Examinador
I. González Balseyro

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

C08J11/12 (2006.01)

C08J11/18 (2006.01)

C10G1/10 (2006.01)

B09B3/00 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C08J, C10G, B09B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, XPESP, TXTUS

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 06.05.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 6, 15, 17-20	SI
	Reivindicaciones 1-5, 7-14, 16, 21-32	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-32	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	ES 2119657 A1 (LUENGO MARIN VICTORINO)	01.10.1998
D02	WO 0214040 A1 (RJ LEEGROUP INC)	21.02.2002

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención es un procedimiento de reciclaje de polímeros mediante despolimerización por termólisis, en atmósfera exenta de oxígeno, con calentamiento indirecto, donde se separan los productos obtenidos, parte de los mismos se utilizan para el aporte de energía al reactor y el resto para la obtención de productos para uso externo. También es objeto de la invención la instalación para llevar a cabo dicho procedimiento, los productos obtenidos y el uso de los mismos.

El documento D01 divulga un procedimiento e instalación para la separación y aprovechamiento de los componentes de plásticos, cauchos y neumáticos mediante pirolisis, en ausencia de oxígeno, con calentamiento indirecto del reactor, donde se separan los productos obtenidos y parte de ellos son utilizados como aporte energético al reactor. Previamente a la pirolisis los neumáticos son triturados y mezclados con aceite, separándose magnéticamente las partes metálicas de los mismos. El reactor tiene un sistema de agitación y en su parte superior una columna de destilación. Las impurezas inorgánicas del negro de humo son separadas mediante la adición de una disolución de éter. Como productos se obtiene metal, negro de humo, hidrocarburo gas e hidrocarburo líquido con un número de átomos de carbono entre 5 y 12. (Ver pág. 3, líneas 49-54; pág. 4; pág. 5, líneas 1-7; pág. 6; pág. 7).

A la luz de lo divulgado en el documento D01, las reivindicaciones 1-5, 7-14, 16, 21-32 carecen de novedad (art. 6.1 LP).

Las reivindicaciones dependientes 6, 15 y 17-20, relativas a la adición de catalizador y a las condiciones de proceso, no contienen ninguna característica que, en combinación con las características de las reivindicaciones de las que dependen, cumplan la exigencia establecida respecto a actividad inventiva ya que es sobradamente conocido en el estado de la técnica la utilización de catalizadores en procesos de craqueo térmico con el fin de mejorar las condiciones de operación, entre ellas, disminuir la temperatura de reacción. Véase por ejemplo el documento D02 del IET que divulga un procedimiento e instalación para la pirolisis en modo bath de caucho mediante la adición de un catalizador cerámico, de manera que consigue rebajar la temperatura de operación a valores entre 176 y 450°C. (Ver pág. 4, líneas 25-31; pág. 5, líneas 6-7; pág. 7, líneas 9-11; pág. 8, línea 19).

En consecuencia, las reivindicaciones 6, 15, 17-20 de la solicitud carecen de actividad inventiva (art. 8.1 LP).