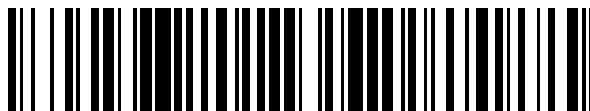


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 553 679**

21 Número de solicitud: 201531058

51 Int. Cl.:

C10B 53/00 (2006.01)

C10B 53/02 (2006.01)

C10B 53/07 (2006.01)

C08J 11/12 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

20.07.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

10.12.2015

71 Solicitantes:

**MADISON SOLUTIONS S.L. (100.0%)
Atletisme 15
08191 Rubí (Barcelona) ES**

72 Inventor/es:

**GAVALDÀ SANROMÀ , Xavier;
FERNÁNDEZ DÍAZ, Jordi y
VEGA PIÑOL, José Daniel**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

54 Título: **Planta y proceso para la producción de gasóleo a partir de residuos industriales y urbanos**

57 Resumen:

La presente invención se refiere a una planta para la producción de gasóleo a partir de la pirólisis de residuos industriales y urbanos, la cual comprende, sensores e instrumentos de medición e instalaciones de control de los equipos y al menos una red neuronal artificial (RNA) y se refiere también a un proceso de producción de gasóleo en dicha planta, el cual está controlado por RNA; y comprende el registro de los valores de entrada y salida de las etapas operativas del proceso, el entrenamiento y validación de las RNA, que una vez ejecutadas reajustan las variables de las etapas operativas del proceso hasta conseguir un proceso completamente controlado y optimizado.

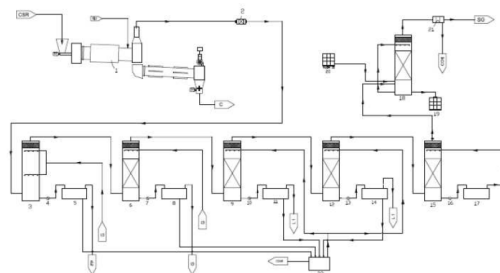


Fig. 2

ES 2 553 679 A1

DESCRIPCION

Planta y proceso para la producción de gasóleo a partir de residuos industriales y urbanos.

5

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención pertenece al campo de la valorización energética y se refiere a una planta para la producción de gasóleo a partir de la pirólisis de residuos industriales y urbanos, la cual comprende, medios para la recepción y pretratamiento de los residuos, al menos un reactor, una pluralidad de torres de condensación seguidas cada una de un intercambiador de calor y de un decantador, sensores e instrumentos de medición asociados a los equipos de la planta de modo, al menos una instalación de regulación o de control del funcionamiento de los equipos de la planta y al menos un analizador de estado en forma de al menos una red neuronal artificial (RNA).

La presente invención también se refiere un proceso de producción de gasóleo controlado por RNA el cual comprende las etapas operativas de tratamiento de residuos, pirólisis de los residuos y condensación de los gases de salida del reactor y dicho proceso adicionalmente comprende a partir del registro de valores de entrada y salida de las etapas del proceso mediante los sensores adaptados a los equipos, el entrenamiento y validación de las RNA, las cuales una vez ejecutadas permiten reajustar las variables de al menos una etapa operativa del proceso hasta conseguir un proceso completamente controlado y optimizado.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo establece un marco jurídico para el tratamiento de los residuos en la Unión Europea. Su objetivo es proteger el medio ambiente y la salud humana mediante la prevención de los efectos nocivos que suponen la producción y la gestión de residuos. Esta Directiva emplaza a los Estados miembros a eliminar el uso de vertederos controlados como tecnología finalista para los residuos urbanos e industriales, promoviendo la prevención, la reutilización y el reciclaje. Cuando esto no es posible, la valorización energética es la alternativa escogida por la Directiva.

Dentro de la valorización energética existen varias tecnologías posibles, como son la incineración, la biometanización, la gasificación o la pirólisis. Entre estas, la gasificación y la pirólisis son las tecnologías que obtienen un mayor rendimiento energético ya que

5 convierten los residuos en combustibles que pueden usarse más allá de la simple combustión para obtener energía térmica. En ambos casos, los residuos son calentados, directamente o indirectamente a temperaturas suficientemente altas como para iniciar el craqueo térmico de las moléculas que los componen, en una atmósfera reductora.

10 En el caso de la gasificación, la temperatura de operación está entre los 800°C y los 1200°C, favoreciendo la conversión del residuo sólido en un gas combustible, compuesto por H₂, CO, CO₂, H₂O e hidrocarburos no condensables, minimizando la formación de hidrocarburos condensables y de coque residual.

15 Por otro lado, la pirólisis trabaja con temperaturas de operación más moderadas, entre los 300°C y los 600°C, de forma que aumenta la producción de hidrocarburos condensables y de coque. Los combustibles producidos pueden usarse en motores de combustión interna generando trabajo, electricidad y calor, aumentando significativamente el rendimiento energético que se obtiene del residuo si se compara con el del proceso de incineración.

20 El principal problema de tratar con CSR (Combustible Sólido Recuperado) es la heterogeneidad del residuo, lo que dificulta su correcta gasificación, por lo que, en caso de querer gasificar el residuo, se suele optar por una pirólisis previa al proceso de gasificación (patente ES2337442T3), de forma que la gasificación se realiza sobre efluentes heterogéneos como son el coque y los hidrocarburos no condensables que se han generado durante la pirólisis.

25 Los documentos EP2674472A1 y EP1538191B1 describen procesos de pirólisis de residuos sólidos orgánicos que implican el uso de catalizadores y la patente de invención ES2166945T3 describe un proceso para el tratamiento de caucho y plásticos usados, donde los residuos tratados se descomponen en reactor pirolítico sin presencia de catalizador. El reactor es calentado desde el exterior y opera en modo discontinuo. En un modo de
30 operación discontinuo, el reactor trabaja siempre en régimen no estacionario, variando por ello las propiedades del sistema a lo largo del proceso de reacción Este modo de operación tiene como desventajas, que involucra altos costes de operación y variación de la calidad de los productos de salida. No es apropiado para producciones grandes, como las requeridas para el tratamiento de residuales.

35 Un problema asociado a este tipo de procesos es la heterogeneidad de los residuos a tratar, por lo que generalmente la materia prima está restringida a un tipo de residuos, por ejemplo

en las patentes ES2220180T3, EP0592057B1 y ES2078743T3 la pirólisis se limita a derivados plásticos y caucho para mantener la homogeneidad del residuo de entrada.

5 Cabe destacar la solicitud de patente ES2503442A1 describe un sistema integral de valorización de residuos para la producción de combustible diesel el cual utiliza dos sistemas de pirólisis diferenciados según las características del residuo. Por un lado, utiliza un reactor tubular, solo para la fracción del polipropileno presente en residuo, con el objetivo de asegurar la homogeneidad, mientras que el resto del material se piroliza mediante el
10 sistema KDV (patente EP1538191B1) el cual utiliza un catalizador.

Una vez realizada la pirólisis, la etapa de condensación de los aceites pirolíticos generados (donde se encuentran los hidrocarburos no condensables) es crucial para obtener un combustible de calidad. Las patentes EP1190014B1 y EP0297424B1 describen procesos de
15 condensación en dos etapas, recuperando primero los componentes con un punto de rocío superior al del agua y después los componentes con un punto de rocío inferior.

Por otra parte, el control de las variables de operación en el proceso es esencial para conseguir la calidad deseada del combustible final. En este tipo de procesos, la selección e
20 implementación de la estrategia de control óptima es compleja debido a la heterogeneidad de los residuos a tratar.

Los sistemas de control más utilizados en este tipo de plantas son aquellos basados en un control clásico ampliamente conocido como proporcional-integral-derivativo PID el cual
25 requiere para su funcionamiento que al menos un sensor, un controlador y un actuador. El sensor determina el estado del sistema y proporciona una señal analógica o digital a un controlador. El controlador lee una señal externa que representa el valor que se desea alcanzar. Esta señal recibe el nombre de punto de consigna (o punto de referencia), la cual es de la misma naturaleza y tiene el mismo rango de valores que la señal que proporciona el
30 sensor. El controlador resta la señal de punto actual a la señal de punto de consigna, obteniendo así la señal de error, que determina en cada instante la diferencia que hay entre el valor deseado (consigna) y el valor medido. La señal de error es utilizada por cada uno de los 3 componentes del controlador PID. Las 3 señales sumadas, componen la señal de salida que el controlador va a utilizar para gobernar al actuador. La señal resultante de la
35 suma de estas tres se llama variable manipulada y es transformada para ser compatible con el actuador utilizado.

Actualmente, existen sistemas de control avanzados que juegan un rol decisivo en el control de plantas industriales sobre todo si se requiere del modelado de procesos en tiempo real. En este sentido, en los últimos años, el modelado con redes neuronales artificiales ha cobrado importancia dentro del campo de la Ingeniería Química donde se ha explotado en múltiples aplicaciones.

Una neurona artificial (NA) es una unidad de cálculo o elemento procesador que intenta modelar el comportamiento de una neurona natural, como las que constituyen el cerebro humano, la cual tiene varias entradas y las combina, normalmente con una suma básica. La suma de las entradas es modificada por una función de transferencia y el valor de la salida de esta función de transferencia se pasa directamente a la salida del elemento procesador.

La figura 1 muestra el esquema detallado del funcionamiento de un NA.

En cada NA, cada entrada o vector de entrada se multiplica por su "peso" o ponderación correspondiente, análoga al grado de conexión de la sinapsis (grado de unión entre neuronas). Todas las entradas ponderadas se suman y se determina el nivel de excitación o activación de la neurona.

La salida o vector de salida de la NA se puede conectar a las entradas de otras NA mediante conexiones ponderadas correspondientes a la eficacia de la sinapsis de las conexiones neuronales.

Una RNA consiste en un conjunto de NA conectadas de una forma concreta, generalmente están organizadas en grupos llamados niveles o capas. Una red típica consiste en una secuencia de capas con conexiones entre capas adyacentes consecutivas.

Existen dos capas con conexiones con el mundo exterior. Una capa de entrada, buffer de entrada, donde se presentan los datos a la red, y una capa buffer de salida que mantiene la respuesta de la red a una entrada. El resto de las capas reciben el nombre de capas ocultas.

En el desarrollo de una red neuronal, a diferencia de otros sistemas informáticos como los sistemas expertos, no hay que programar ni el conocimiento ni las reglas del procesamiento del conocimiento. La red neuronal aprende las reglas del procesamiento del conocimiento mediante el ajuste de las conexiones ponderadas entre las neuronas de distintas capas de la red.

El objetivo del entrenamiento de una RNA es conseguir que una aplicación determinada, para un conjunto de entradas produzca el conjunto de salidas deseadas o mínimamente consistentes. El proceso de entrenamiento consiste en la aplicación secuencial de diferentes conjuntos o vectores de entrada para que se ajusten los pesos de las interconexiones según un procedimiento predeterminado. Durante la sesión de entrenamiento los pesos convergen gradualmente hacia los valores que hacen que cada entrada produzca el vector de salida deseado.

5

10

Los algoritmos de entrenamiento o los procedimientos de ajuste de los valores de las conexiones de las RNA se pueden clasificar en dos grupos: Supervisado y No Supervisado.

15

El entrenamiento supervisado son algoritmos que requieren el emparejamiento de cada vector de entrada con su correspondiente vector de salida. El entrenamiento consiste en presentar un vector de entrada a la red, calcular la salida de la red, compararla con la salida deseada, y el error o diferencia resultante se utiliza para realimentar la red y cambiar los pesos de acuerdo con un algoritmo que tiende a minimizar el error. Las parejas de vectores del conjunto de entrenamiento se aplican secuencialmente y de forma cíclica. Se calcula el error y el ajuste de los pesos por cada pareja hasta que el error para el conjunto de entrenamiento entero sea un valor pequeño y aceptable.

20

25

Otra característica de las RNA, es que generan sus propias reglas aprendiendo de los ejemplos que se les muestran en la fase de entrenamiento. El aprendizaje se consigue a través de una regla de aprendizaje que adapta o cambia los pesos de las conexiones en respuesta a los ejemplos de entrada, y opcionalmente también en respuesta a las salidas deseadas. Esta característica de las RNA es lo que permite decir que las redes neuronales "aprenden de la experiencia".

30

Otra particularidad importante de las RNA es la forma de almacenamiento de la información. La memoria de las RNA está distribuida a lo largo de todas las conexiones ponderadas de la red. Algunas RNA son "asociativas", es decir que para una entrada parcial la red elegirá la entrada más parecida en memoria y generará una salida que corresponda a la entrada completa.

35

Las redes tipo retropropagación tienen un método de entrenamiento supervisado. Mediante este método, a la red se le presenta parejas de patrones, un patrón de entrada emparejado

con un patrón de salida deseado. Por cada presentación los pesos son ajustados de forma que disminuya el error entre la salida deseada y la respuesta de la red. El algoritmo de aprendizaje retropropagación conlleva una fase de propagación hacia adelante y otra fase de propagación hacia atrás, donde ambas fases se realizan por cada patrón presentado en la sesión de entrenamiento.

La fase de propagación hacia adelante se inicia cuando se presenta un patrón en la capa de entrada de la red. Cada unidad de la entrada se corresponde con un elemento del vector patrón de entrada. Las unidades de entrada toman el valor de su correspondiente elemento del patrón de entrada y se calcula el valor de activación o nivel de salida de la primera capa. A continuación las demás capas realizarán la fase de propagación hacia adelante que determina el nivel de activación de las otras capas. Una vez se ha completado la fase de propagación hacia adelante se inicia la fase de corrección o fase de propagación hacia atrás. Los cálculos de las modificaciones de todos los pesos de las conexiones empiezan por la capa de salida y continua hacia atrás a través de todas las capas de la red hasta la capa de entrada. Dentro de los tipos de ajuste de pesos se puede clasificar dos grupos, ajuste de unidades procesadoras de la capa de salida y ajuste de unidades procesadoras de las capas ocultas.

El ajuste de estos pesos de la capa de salida es relativamente sencillo debido a que existe y se conoce el valor deseado para cada una de las unidades de la capa de salida. Cada unidad de la capa de salida produce un número real como salida y se compara con el valor deseado especificado en el patrón del conjunto de entrenamiento.

En cuanto al ajuste de pesos de las capas ocultas, estas capas no tienen un vector de salidas deseadas y por tanto no se puede seguir el método de propagación de error mencionado en el caso de unidades procesadoras de la capa de salida. El valor de error calculado para este tipo de unidades procesadoras se obtiene a partir de las ecuaciones matemáticas que no describiremos en la presente descripción las cuales permiten definir una variable η conocida como coeficiente de aprendizaje. Este coeficiente, normalmente entre 0,25 y 0,75 refleja el grado de aprendizaje de la red. Algunas veces este coeficiente es modificado de un valor inicial alto a valores progresivamente menores durante la sesión del entrenamiento con el objetivo de lograr un mejor aprendizaje.

Durante el proceso de entrenamiento o aprendizaje de la Retropropagación es frecuente medir cuantitativamente el aprendizaje mediante el valor RMS (*Root Mean Square*) del error

de la red. Esta medida refleja el modo en el que la red está logrando respuestas correctas; a medida que la red aprende, su valor RMS decrece. Debido a que los valores de salida de la red y los valores de salidas deseadas son valores reales, es necesario definir un parámetro de corte o un valor umbral del valor RMS del error de la red que permita decir que la red se aproxima a la salida deseada y considerar que la respuesta es correcta.

Particularmente en la presente invención se ha desarrollado por primera vez un sistema de control basado en el uso de redes neuronales artificiales de una planta de pirólisis de residuos industriales y urbanos; que una vez entrenadas con las variables de entrada y de salida del proceso, es capaz de predecir cuáles serán las propiedades de los efluentes de salida del reactor, indicando los valores de consigna de temperatura en las cinco etapas de condensación de los aceites pirolíticos. Conjuntamente se ha desarrollado un segundo sistema de redes neuronales artificiales que se encarga de realizar el control de la temperatura a la cabeza de las torres "Quench" de las etapas de condensación. Es decir, la primera red determina cual debe ser la temperatura en la cabeza de cada columna y la segunda regula el flujo de refrigerante para mantener la temperatura asignada.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención presenta una planta para la producción de gasóleo por pirólisis de residuos orgánicos industriales y urbanos, la cual comprende los siguientes equipos; medios para la recepción y acondicionamiento de los residuos, al menos un reactor, una pluralidad de torres de condensación vinculadas cada una a un intercambiador de calor y a un decantador, al menos una torre de lavado de gases no condensados, al menos un equipo de enfriamiento de contacto indirecto, un depósito para la recepción de aguas residuales y lixiviados y una estación depuradora (EDAR) y adicionalmente comprende;

- al menos una instalación con sensores e instrumentos de medición asociados a los equipos de la planta de modo que detecten los valores de las variables de entrada y salida de dichos equipos.

- al menos una instalación de regulación o de control del funcionamiento de los equipos de la planta.

- al menos un analizador de estado en forma de al menos una red neuronal artificial (RNA), de modo que emita a partir de los valores medidos, magnitudes de control hacia las instalaciones de regulación y control de los equipos de la planta.

5

La presente invención también describe un proceso para la producción de gasóleo en una planta como la descrita anteriormente, el cual comprende las etapas operativas de tratamiento de residuos, pirólisis de los residuos y condensación de los gases de salida del reactor y está controlado por redes neuronales artificiales (RNA), y dicho proceso adicionalmente comprende:

10

- adquirir valores de las variables de entrada de al menos una etapa operativa del proceso mediante sensores e instrumentos de medición,

15

- registrar valores de las variables de salida de al menos una etapa operativa del proceso,

20

- analizar los valores de las variables de salida y elegir aquellos con mayor incidencia estadística con respecto a los valores de las variables de entrada, los cuales son considerados los valores teóricos o deseados,

25

- presentar a las RNA el historial de los valores elegidos de las variables de entrada y de salida de al menos una etapa operativa la cual se desee modelar y entrenarlas ajustando los pesos de las conexiones de las neuronas hasta conseguir que los mismos converjan gradualmente hacia los valores que hacen que cada valor de variable de entrada produzca el correspondiente valor teórico o deseado de la variable de salida,

30

- ejecutar las RNA, entrenadas mediante un algoritmo de aprendizaje, para la estimación de los valores de las variables de salida a partir de los valores de las variables de entrada de al menos una etapa operativa del proceso en marcha y,

35

- reajustar las variables de al menos una etapa operativa del proceso hasta que los valores de las variables de salida estimados se ajusten a los valores de salida teóricos o deseados con un error inferior al indicado.

El proceso de pirólisis de residuos urbanos e industriales es un proceso no lineal, multivariable, y no estacionario, el cual es complejo de controlar por la gran heterogeneidad de los residuos a tratar. La presente invención, supera el estado del arte resolviendo este problema de una forma eficiente mediante el uso de RNA para controlar y optimizar un proceso que opera en modo continuo y sin necesidad de usar catalizadores, dando como resultados unos productos de alta calidad.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

10

A continuación se describe una realización preferente de la invención pero no exclusiva en relación a las figuras adjuntas. De forma particular pero no limitativa, la figura 2 muestra la distribución de equipos de una planta para la producción de gasóleo por pirólisis de residuos orgánicos industriales y urbanos, así como los materiales de entrada y salida a las etapas operativas de acuerdo a la nomenclatura siguiente:

15

- 1) Reactor
- 2) Filtro de partículas
- 3) Torre "Quench" tipo espay
- 20 4) Intercambiador de calor
- 5) Decantador
- 6) Torre "Quench" con relleno
- 7) Intercambiador de calor
- 8) Decantador
- 25 9) Torre "Quench" con relleno
- 10) Intercambiador de calor
- 11) Decantador
- 12) Torre "Quench" con relleno
- 13) Intercambiador de calor
- 30 14) Decantador
- 15) Torre "Quench" con relleno
- 16) Intercambiador de calor
- 17) Decantador
- 18) Torre Scrubber de limpieza de gases
- 35 19) Depósito de agua con sales
- 20) Depósito con solución de NaOH
- 21) Equipo de frio

22) Depósito de aguas residuales (EDAR)

Materiales de entrada y productos de salida de las etapas operativas:

5

CSR - Combustible sólido recuperado

C - Residuos

G - Gasóleo

SG - Singas

10

L1 - Ligeros 1

L2 - Ligeros 2

FP – Fracción pesada

CON - Condensados

15 La planta adicionalmente comprende,

- instrumentos de medición, más específicamente sondas de temperatura ubicadas en diferentes zonas de calentamiento del reactor y en la cabeza de las torres de condensación

20 - instalaciones de control PLC del funcionamiento del reactor y las torres de condensación,

- y analizadores de estado en forma de tres RNA, de modo que emitan a partir de los valores medidos, magnitudes de control hacia las instalaciones de regulación y control (PLC) del reactor y las torres de condensación.

25

De forma preferida pero no limitativa, el reactor opera con calentamiento indirecto, aportado por 8 quemadores de gas situados al exterior del cilindro rotatorio.

30 De forma preferida pero no limitativa, de las cinco torres ““Quench””, la primera es de tipo “espray” y las cuatro siguientes son torres de relleno con anillos “Pall”.

De forma preferida pero no limitativa, el lavado de los gases ocurre en una torre de tipo “Scrubber”

35 La presente invención, también se refiere al proceso para la producción de gasóleo en una planta como la descrita anteriormente la cual comprende las siguientes etapas operativas:

Tratamiento de los residuos; dependiendo de sus características, puede ser directamente almacenados para mantener una alimentación constante del reactor o deben ser acondicionados, mediante un triturado y secado, antes de almacenarse. Para maximizar el rendimiento del proceso, el residuo debe entrar en el reactor con una humedad igual o inferior al 10% y un tamaño de partícula igual o inferior a 50 mm, aunque no es condición indispensable. No existe limitación en cuanto a contenido de metales y materiales inertes aunque estos penalizan el rendimiento energético del proceso. Se recomienda una cantidad de cloro, en base seca, inferior al 1% en peso para garantizar la vida útil de las instalaciones, así como una concentración de azufre, en base seca, inferior al 0,8% en peso para asegurar que el combustible obtenido cumpla con el Real Decreto 1088/2010 que limita la concentración de azufre en 1,000 ppm, lo cual podrá modificarse adaptándose a las modificaciones de la ley o las necesidades futuras.

En una realización preferente de la invención, se alimenta el reactor de pirólisis con 500 kg/h de CSR con una humedad del 10%, tamaño de partícula de 50 mm y un PCI de 22.5 MJ/Kg. La composición media es del 40% en plásticos variados (PE, PP, PET y PS), del 50% en papel, cartón, tejidos y FORM y el resto material inerte.

La pirólisis de los residuos se produce en un reactor cilíndrico rotatorio horizontal tipo "Kiln". Este es alimentado de forma continua mediante dos tolvas en serie que aseguran la estanqueidad de la alimentación. Mediante un flujo de nitrógeno se desplaza el aire que pueda entrar mezclado con el residuo, asegurando la atmosfera inerte dentro el reactor. El diseño del rotativo continuo con una inclinación de hasta 5°, provoca que en el interior del mismo, el material circule en sentido de la inclinación del bombo provocando una rampa de calentamiento progresiva del material a través de su traslación interior del bombo y aprovechando el gradiente térmico natural que existe en el interior del mismo, lo que da como resultado una optimización máxima del rendimiento energético del material (hasta un 100% más que en los hornos intermitentes clásicos). La regulación y control de los ciclos de tratamiento se realiza a través de sondas de temperatura en cada zona que dan la señal al cuadro eléctrico de control para control de temperatura interior de cada cámara de combustión (en ningún momento hay contacto directo entre las llamas de los quemadores y el interior del reactor) mediante un PLC, y variadores electrónico de frecuencia para controlar la velocidad de rotación de los bombos. Ajustando las dos variables, temperatura y velocidad (tiempo de permanencia), se obtienen las condiciones necesarias de pirólisis para el material. La regulación y control de los ciclos de tratamiento se realizan a través de un PLC que gobierna 4 zonas de regulación independiente de temperatura, cada una con dos

quemadores de gas. El rango de temperaturas de trabajo disponible es de 450°C a 900°C. Los gases de pirólisis compuestos por aceites pirolíticos y gases no condensables son extraídos por la parte posterior más elevada del bombo de pirólisis y dirigidos a la etapa de condensación, pasando antes por un filtro, donde se recogen las partículas finas que pueda arrastrar. La fase sólida residual, formada por carbón y material inerte es enfriada en un cilindro rotativo, que al igual que el de pirólisis es accionado por un grupo compacto formado por un moto-reductor gobernado a través de un variador electrónico de frecuencia que permite variar la velocidad sin escalonamiento. Una vez enfriado, este material se dosifica constantemente en “big-bags”.

A la salida del reactor se obtienen 126 kg/h de carbón con un alto contenido en cenizas y un PCI de 15 MJ/Kg. De los gases de pirólisis obtenidos, 92 kg/h son gases no condensables con un PCI de 25 MJ/Kg y que son utilizados para calentar el reactor.

De modo preferente pero no limitativo, la condensación se produce en cinco etapas para poder separar los productos según su punto de ebullición. Cada etapa está compuesta por una torre “Quench” y un decantador. Las dos primeras torres enfrían los gases por encima de la temperatura de rocío del agua para evitar la condensación del agua y utilizan los aceites pirolíticos condensados en la segunda torre “Quench” como fluido refrigerante. La tercera y la cuarta torre utilizan agua como fluido refrigerante y permiten condensar gran parte del agua que contienen los gases. Por último, la quinta torre “Quench” utiliza aceites pirolíticos, como fluido refrigerante, para poder condensar la fracción de combustible más ligera gracias a su afinidad termodinámica. La primera torre es de tipo espray, con dos filas de rociadores, mientras que las otras cuatro son de relleno con anillos tipo “Pall”.

De la primera torre se obtiene la fracción más pesada de los aceites, que corresponde a un punto de ebullición superior a los 350°C. De la segunda torre se obtiene la mayor fracción que se utilizará para la formulación del gasóleo clase C y que comprende los aceites pirolíticos con puntos de ebullición comprendidos entre los 180°C y los 350°C. En la tercera y cuarta torre, se condensa mayoritariamente agua y compuestos polares afines al agua junto con una fracción ligera de hidrocarburos. Finalmente en la quinta columna se condensa la fracción más ligera de los aceites pirolíticos, con puntos de ebullición inferiores a los 150°C.

Las distintas fracciones de aceites pirolíticos, obtenidos en cada etapa de condensación, se mezclan hasta conseguir la calidad deseada para el gasóleo clase C. El excedente de la

fracción más pesada se mezcla con el residuo de entrada y se piroliza de nuevo. El excedente de la fracción ligera se almacena para su comercialización como nafta. La fracción acuosa se deriva a una planta de tratamiento de aguas.

5

A continuación se limpian los gases no condensables y se adecuan para su uso en los quemadores de la cámara externa del reactor. Estos gases ya han sido parcialmente tratados a través de las zonas de pirólisis y condensación, y las partículas en suspensión más grandes han sido atrapadas en el filtro de canasta, y a través de las cinco etapas de condensación han sido "lavados" por una corriente orgánica y una de agua. La limpieza de los gases se produce preferentemente en una torre Scrubber donde los gases se lavan en contacto con una corriente de agua con un pH ligeramente básico en caso de que se detecte la presencia de ácidos en la corriente de gas. La corriente de agua se purgará de precipitados (sales) periódicamente y se adecuará su pH según las necesidades. A la salida de la torre Scrubber, el gas es enfriado con un equipo de frío de contacto indirecto a -10°C para condensar el agua y los hidrocarburos que queden absorbidos en el gas y evitar condensaciones antes de ser utilizados en los quemadores del reactor.

Los gases condensables obtenidos están compuestos por 130 kg/h de fase acuosa (en parte formada durante la pirólisis y en parte contenida en la humedad del residuo de entrada) y por 152 Kg/h de aceites pirolíticos de los cuales 105 kg/h sirven para formular gasóleo para calefacción y el resto es fracción de hidrocarburos ligeros. Los aceites pirolíticos obtenidos tienen un PCI medio de 36 MJ/Kg.

De forma preferida, se emplean tres RNA para control de las variables de operación en el proceso, RNA1 para determinar las variables de operación del reactor de pirólisis, RNA2 para determinar las temperaturas de cabeza de las torres "Quench" y RNA3 para optimizar del sistema de control de las temperaturas de cabeza de las torres "Quench". Dicho proceso de control comprende:

30

- adquirir valores de las variables de entrada al reactor y las torres de condensación mediante sensores e instrumentos de medición,

- registrar valores de las variables de salida del reactor y las torres de condensación,

35

- analizar los valores de las variables de salida y elegir aquellos con mayor incidencia estadística con respecto a los valores de las variables de entrada, los cuales son considerados los valores teóricos o deseados,

5

- presentar a las RNA los valores elegidos de las variables de entrada y de salida al reactor y las torres de condensación y entrenarlas ajustando los pesos de las conexiones de las neuronas hasta conseguir que los mismos converjan gradualmente hacia los valores que hacen que cada valor de variable de entrada produzca el correspondiente valor teórico o deseado de la variable de salida,

10

- ejecutar las RNA, entrenadas mediante un algoritmo de aprendizaje, para la estimación de los valores de las variables de salida a partir de los valores de las variables de entrada del proceso en marcha y,

15

- reajustar las variables de al menos una etapa operativa del proceso hasta que los valores de las variables de salida estimados se ajusten a los valores de salida teóricos o deseados con un error inferior al indicado.

20 La RNA1 abarca el reactor de pirólisis, donde este, considerado como una caja negra, recibe una serie de entradas (características del residuo y variables de operación del reactor) y obtiene unas salidas (características de los productos obtenidos).

Las variables de entrada en la presente realización preferente, con un total de 17, son:

25

Características del residuo: % de plásticos, % de materiales con alto contenido celulósico, % de materiales inertes, PCI, humedad, tamaño medio de partícula, caudal másico y análisis elemental (carbono, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno).

30 Variables de operación: tiempo de residencia del gas, tiempo de residencia del sólido y temperaturas de las cuatro zonas de calentamiento (T1, T2, T3 y T4)

Las variables de salida en la presente realización preferente, con un total de 9, son:

35 % sólido (carbón), % de gas no condensable, % de gas condensable (% de fase acuosa, % de fase orgánica con un punto de ebullición superior a 360°C, % de fase orgánica con un punto de ebullición entre 360°C y 180°C y % de fase orgánica con un punto de ebullición

inferior a 180°C), PCI del sólido, PCI del gas no condensable y PCI de la fase orgánica condensable.

5 Se utiliza una red retropropagación de 4 capas (1 de entrada, 2 de ocultas y 1 de salida). La primera capa tiene 17 neuronas que corresponden a las 17 variables de entrada, la segunda y la tercera capa, tienen un máximo de 30 neuronas y su número se ajusta durante el entrenamiento de la red y la última capa tiene 9 neuronas, que corresponden a las variables de salida.

10

La RNA1, una vez entrenada con datos históricos de la operación del reactor de pirólisis, es capaz de predecir las 9 variables de salida, a partir de las 17 variables de entrada. De este modo, una vez caracterizado el lote de residuo que se va a pirolizar, se ejecuta la RNA1 para distintos valores de las variables de operación del reactor y se escogen las que maximizan la producción de gasóleo.

15

La RNA2 abarca las 5 columnas "Quench", donde se recuperan los hidrocarburos condensables y la fase acuosa. El objetivo de esta RNA es el de determinar las temperaturas de cabeza de las torres "Quench" que maximicen la separación de los gases condensables en cinco efluentes bien diferenciados, favoreciendo siempre el efluente que comprende los puntos de ebullición entre los 360 °C y los 180°C, que corresponden al gasóleo. Se realizan cinco sub-redes en serie, una para cada columna (RNA2₁, RNA2₂, RNA2₃, RNA2₄, RNA2₅). Las cinco sub-redes comparten estructura y variables de entrada y salida, cambiando únicamente los datos utilizados para su entrenamiento. Se utilizan cinco

20

25

Las variables de entrada en la presente realización preferente, con un total de 7, son:

Caudal de gases, % de gas no condensable, % de gas condensable (% de fase acuosa, % de fase orgánica con un punto de ebullición superior a 360°C, % de fase orgánica con un punto de ebullición entre 360°C y 180°C y % de fase orgánica con un punto de ebullición inferior a 180°C) y temperatura de cabeza de la torre.

30

Las variables de salida en la presente realización preferente, con un total de 3, son:

Caudal de gases que han condensado, % de fase orgánica y temperatura en la que se evapora el 10% de la fase orgánica condensada.

35

Las sub-redes RNA2 se ejecutan en serie, a continuación de la red RNA1, hasta encontrar las temperaturas de cabeza de las torres "Quench" que optimizan la producción de las distintas calidades de hidrocarburos para la formulación final del gasóleo.

La RNA3 consta de cinco sub-redes, una para cada torre "Quench", y se encarga de realizar el control de la temperatura de la cabeza de las torres, sustituyendo el control clásico con un controlador PID. Las ventajas de utilizar una RNA en lugar de un controlador PID es que con un RNA el control es más robusto, se adapta más rápido a las perturbaciones y no es tan sensible a los tiempos muertos como los PID. Se utiliza cinco redes retropropagación de 3 capas (1 de entrada, 1 de oculta y 1 de salida)

Las variables de entrada en la presente realización preferente, con un total de 4, son:

Temperatura de cabeza de la torre en el instante n , temperatura de cabeza de la torre en el instante $n-1$, temperatura de cabeza de la torre en el instante $n-2$ y caudal de gases.

La variable de salida en la presente realización preferente, es:

El % de obertura de la válvula de control

Una vez que RNA1, RNA2 y RNA3 han sido entrenadas y validadas, son capaces de ajustar, optimizar y controlar todo el proceso de producción de forma más eficiente que ajustando las variables a posteriori, a partir del análisis de los productos obtenidos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de esta descripción, un juego de dibujos, donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1 muestra el esquema detallado del funcionamiento de una neurona. En este caso, la neurona recibe la señal de dos entradas (x_1 y x_2). Estas se ponderan en función de los pesos (p_{11} y p_{12}) de las conexiones y a través de una función de transferencia ($f(h)$) se

obtiene una señal de salida de la neurona (y_1). Los pesos de las conexiones se van modificando durante el entrenamiento hasta conseguir la señal deseada.

- 5 La figura 2 muestra la distribución de los equipos y los materiales de entrada y salida de las etapas operativas de una planta de producción de gasóleo.

La figura 3 muestra el esquema simplificado del proceso controlado por las tres RNA interconectadas. RNA1 predice cuáles serán las propiedades de los efluentes de salida del reactor y determina la temperatura dentro del reactor, RNA2 determina cual debe ser la temperatura en la cabeza de cada columna y RNA3 regula el flujo de refrigerante para mantener la temperatura asignada.

10

La figura 4 muestra el esquema de la RNA1. Las 17 variables de entrada alimentan las 17 neuronas de la capa de entrada (E_n). Estas se conectan con la primera capa oculta (O_{1n}) de neuronas que a su vez se conectan con la segunda capa oculta de neuronas (O_{2n}) y estas con las 9 neuronas de la capa de salida (S_n)

15

La figura 5 muestra el esquema de una de las RNA2. Las 7 variables de entrada alimentan las 7 neuronas de la capa de entrada (E_n), que a su vez, están conectadas con las neuronas de la capa oculta (O_n) y estas con las 3 neuronas de la capa de salida (S_n)

20

La figura 6 muestra el esquema de una de las RNA3. Las 4 variables de entrada alimentan las 4 neuronas de la capa de entrada (E_n), que a su vez, están conectadas con las neuronas de la capa oculta (O_n) y estas con la neurona de la capa de salida (S_n).

25

REIVINDICACIONES

1. Planta para la producción de gasóleo por pirólisis de residuos orgánicos industriales y urbanos, la cual comprende los siguientes equipos; medios para la recepción y acondicionamiento de los residuos, al menos un reactor, una pluralidad de torres de condensación vinculadas cada una a un intercambiador de calor y a un decantador, al menos una torre de lavado de gases no condensados, al menos un equipo de enfriamiento de contacto indirecto, un depósito para la recepción de aguas residuales y lixiviados y una estación depuradora (EDAR) y,
- 5
- 10
- al menos una instalación con sensores e instrumentos de medición asociados a los equipos de la planta de modo que detecten los valores de las variables de entrada y salida de dichos equipos.
 - al menos una instalación de regulación o de control del funcionamiento de los equipos de la planta.
 - al menos un analizador de estado en forma de al menos una red neuronal artificial (RNA), de modo que emita a partir de los valores medidos, magnitudes de control hacia las instalaciones de regulación y control de los equipos de la planta.
- 15
- 20
2. Planta para la producción de gasóleo según la reivindicación 1 **caracterizada porque** el reactor donde ocurre la pirólisis es un reactor cilíndrico horizontal rotatorio de tipo “Kiln”.
- 25
3. Planta para la producción de gasóleo según la reivindicación 1 **caracterizada porque** comprende cinco torres de condensación tipo “Quench” ubicadas en serie, de las cuales la primera es de tipo “espray” y las cuatro siguientes son torres de relleno.
- 30
4. Planta para la producción de gasóleo según la reivindicación 1 **caracterizada porque** comprende una torre de lavado de los gases no condensables de tipo “Scrubber”.

5. Proceso de producción de gasóleo en una planta de pirólisis de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores el cual comprende las etapas operativas de tratamiento de residuos, pirólisis de los residuos y condensación de los gases de salida del reactor **caracterizado porque** está controlado por redes neuronales artificiales (RNA), y dicho proceso adicionalmente comprende:
- 5
- adquirir valores de las variables de entrada de al menos una etapa operativa del proceso mediante sensores e instrumentos de medición,
- 10
- registrar valores de las variables de salida de al menos una etapa operativa del proceso,
- 15
- analizar los valores de las variables de salida y elegir aquellos con mayor incidencia estadística con respecto a los valores de las variables de entrada, los cuales son considerados los valores teóricos o deseados,
- 20
- presentar a las RNA el historial de los valores elegidos de las variables de entrada y de salida de al menos una etapa operativa la cual se desee modelar y entrenarlas ajustando los pesos de las conexiones de las neuronas hasta conseguir que los mismos converjan gradualmente hacia los valores que hacen que cada valor de variable de entrada produzca el correspondiente valor teórico o deseado de la variable de salida,
- 25
- ejecutar las RNA, entrenadas mediante un algoritmo de aprendizaje, para la estimación de los valores de las variables de salida a partir de los valores de las variables de entrada de al menos una etapa operativa del proceso en marcha y,
- 30
- reajustar las variables de al menos una etapa operativa del proceso hasta que los valores de las variables de salida estimados se ajusten a los valores de salida teóricos o deseados con un error inferior al indicado.
- 35
6. Proceso de producción de gasóleo en una planta de pirólisis de acuerdo a la reivindicación 5 **caracterizado porque** las RNAs son entrenadas y validadas para ajustar, optimizar y controlar todo el proceso de producción.

7. Proceso de producción de gasóleo en una planta de pirólisis de acuerdo a las reivindicaciones 5 y 6, **caracterizado porque** una RNA1 determina las variables de operación en la etapa de pirólisis de los residuos.
- 5 8. Proceso de producción de gasóleo en una planta de pirólisis de acuerdo a la reivindicación 7, **caracterizado porque** RNA1, opera con variables de entrada y variables de salida, donde las variables de entrada son,
- 10 - las características del residuo a tratar comprendiendo al menos una dentro del grupo de; % de plásticos, % de materiales con alto contenido celulósico, % de materiales inertes, PCI, humedad, tamaño medio de partícula, caudal másico y análisis elemental (carbono, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno) o las combinaciones de ellas.
- 15 - las variables de operación del reactor comprendiendo al menos una dentro del grupo de; el tiempo de residencia del gas, tiempo de residencia del sólido y temperaturas de las zonas de calentamiento (T1, T2, T3 y T4) o las combinaciones de ellas.
- 20 Y las variables de salida son aquellas comprendiendo al menos una dentro del grupo consistente en:
- 25 - % sólido (carbón), % de gas no condensable, % de gas condensable, % de fase acuosa, % de fase orgánica con un punto de ebullición superior a 360°C, % de fase orgánica con un punto de ebullición entre 360°C y 180°C y % de fase orgánica con un punto de ebullición inferior a 180°C, PCI del sólido, PCI del gas no condensable y PCI de la fase orgánica condensable o las combinaciones de ellas.
- 30 9. Proceso de producción de gasóleo en una planta de pirólisis de acuerdo a las reivindicaciones 7 y 8, **caracterizado porque** RNA1 es del tipo retropropagación con al menos 4 capas comprendiendo; 1 capa de entrada, 2 capas ocultas y 1 capa de salida.
- 35 10. Proceso de producción de gasóleo en una planta de pirólisis de acuerdo a la reivindicación 9, **caracterizado porque** la primera capa tiene al menos 17 neuronas que corresponden a las variables de entrada, la segunda y la tercera

capa, tienen al menos un máximo de 30 neuronas y su número se ajusta durante el entrenamiento de la red y la última capa tiene al menos 9 neuronas, que corresponden a las variables de salida.

5 11. Proceso de producción de gasóleo en una planta de pirólisis de acuerdo a las reivindicaciones 5 y 6, **caracterizado porque** una RNA2 determina las temperaturas de cabeza de las torres de condensación de los gases que salen del reactor de pirólisis.

10 12. Proceso de producción de gasóleo en una planta de pirólisis de acuerdo a la reivindicación 11, **caracterizado porque** RNA2, opera con variables de entrada y variables de salida, donde las variables de entrada son:

15 - las características de los gases condensables y la fase acuosa, comprendiendo al menos una dentro del grupo consistente en, el caudal de gases, % de gas no condensable, % de gas condensable, % de fase acuosa, % de fase orgánica con un punto de ebullición superior a 360°C, % de fase orgánica con un punto de ebullición entre 360°C y 180°C y % de fase orgánica con un punto de ebullición inferior a 180°C) y temperatura de cabeza de la
20 torre o combinaciones de ellas.

Y las variables de salida son:

25 - las características de los condensados obtenidos, comprendiendo al menos una dentro del grupo consistente en, caudal de gases que han condensado, % de fase orgánica y temperatura en la que se evapora el 10% de la fase orgánica condensada o combinaciones de ellas.

30 13. Proceso de producción de gasóleo en una planta de pirólisis de acuerdo a las reivindicaciones 11 y 12, **caracterizado porque** RNA2 comprende a su vez cinco sub-redes neuronales artificiales (RNA2₁, RNA2₂, RNA2₃, RNA2₄, RNA2₅) del tipo retropropagación, de al menos 3 capas cada una, comprendiendo 1 capa de entrada, 1 capa oculta y 1 capa de salida.

35 14. Proceso de producción de gasóleo en una planta de pirólisis de acuerdo a las reivindicaciones de la 11 a la 13, **caracterizado porque** las sub-redes RNA2 corresponden cada una a una columna de condensación y se ejecutan en serie.

15. Proceso de producción de gasóleo en una planta de pirólisis de acuerdo a las reivindicaciones de 5 a la 14, **caracterizado porque** una RNA3 controla las temperaturas de cabeza de las torres de condensación de los gases.
- 5 16. Proceso de producción de gasóleo en una planta de pirólisis de acuerdo a la reivindicación 15, **caracterizado porque**, las variables de entrada a RNA3 son:
- 10 - temperatura de cabeza de la torre en el instante n, temperatura de cabeza de la torre en el instante n-1, temperatura de cabeza de la torre en el instante n-2 y caudal de gases o las combinaciones de ellas.
- Y la variable de salida comprende:
- 15 - % de obertura de la válvula de control
17. Proceso de producción de gasóleo en una planta de pirólisis de acuerdo a las reivindicaciones 15 y 16, **caracterizado porque** RNA3 utiliza cinco sub-redes neuronales artificiales del tipo retropropagación, una por cada columna de condensación, de al menos 3 capas cada una comprendiendo al menos 1 capa de entrada, 1 capa oculta y 1 capa de salida.
- 20
18. Proceso de producción de gasóleo en una planta de pirólisis de acuerdo a las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la pirolisis se lleva a cabo en continuo, dentro de un rango de temperaturas entre 450 °C y 900 °C en una atmosfera libre de oxígeno y en ausencia de catalizadores.
- 25
19. Proceso de producción de gasóleo en una planta de pirólisis de acuerdo a las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la condensación de los gases a la salida del reactor ocurre en cinco etapas, donde:
- 30
- la primera etapa de condensación produce la fracción más pesada de los aceites con temperatura de ebullición (T_e) superior a 350 °C,
- 35
- la segunda etapa produce los aceites pirolíticos con (T_e) entre 180 °C y 350 °C,

- la tercera y cuarta torre etapas producen una fracción ligera de hidrocarburos, agua y compuestos polares

- la quinta etapa produce la fracción más ligera de los hidrocarburos con (T_e) por debajo de 150 °C.

5

20. Proceso de producción de gasóleo en una planta de pirólisis de acuerdo a las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los gases no condensables se lavan con una corriente de agua en una torre de lavado, se enfrían a -10 °C en un equipo de enfriado por contacto indirecto y se recirculan a los quemadores del reactor una vez libres de condensados.

10

21. Proceso de producción de gasóleo en una planta de pirólisis de acuerdo a las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las aguas residuales y lixiviados del proceso se derivan a una planta de tratamiento de aguas.

15

20

25

30

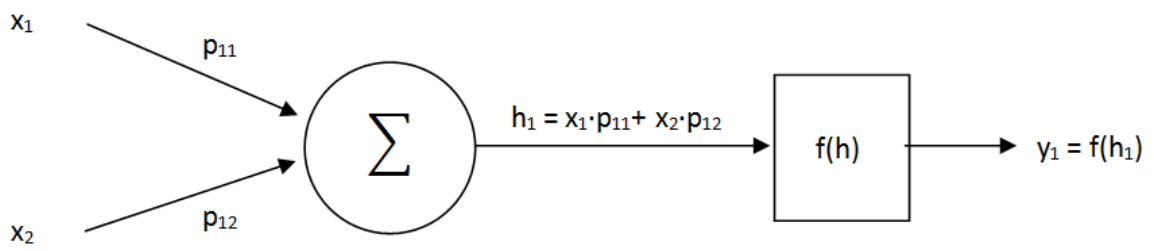


Fig. 1

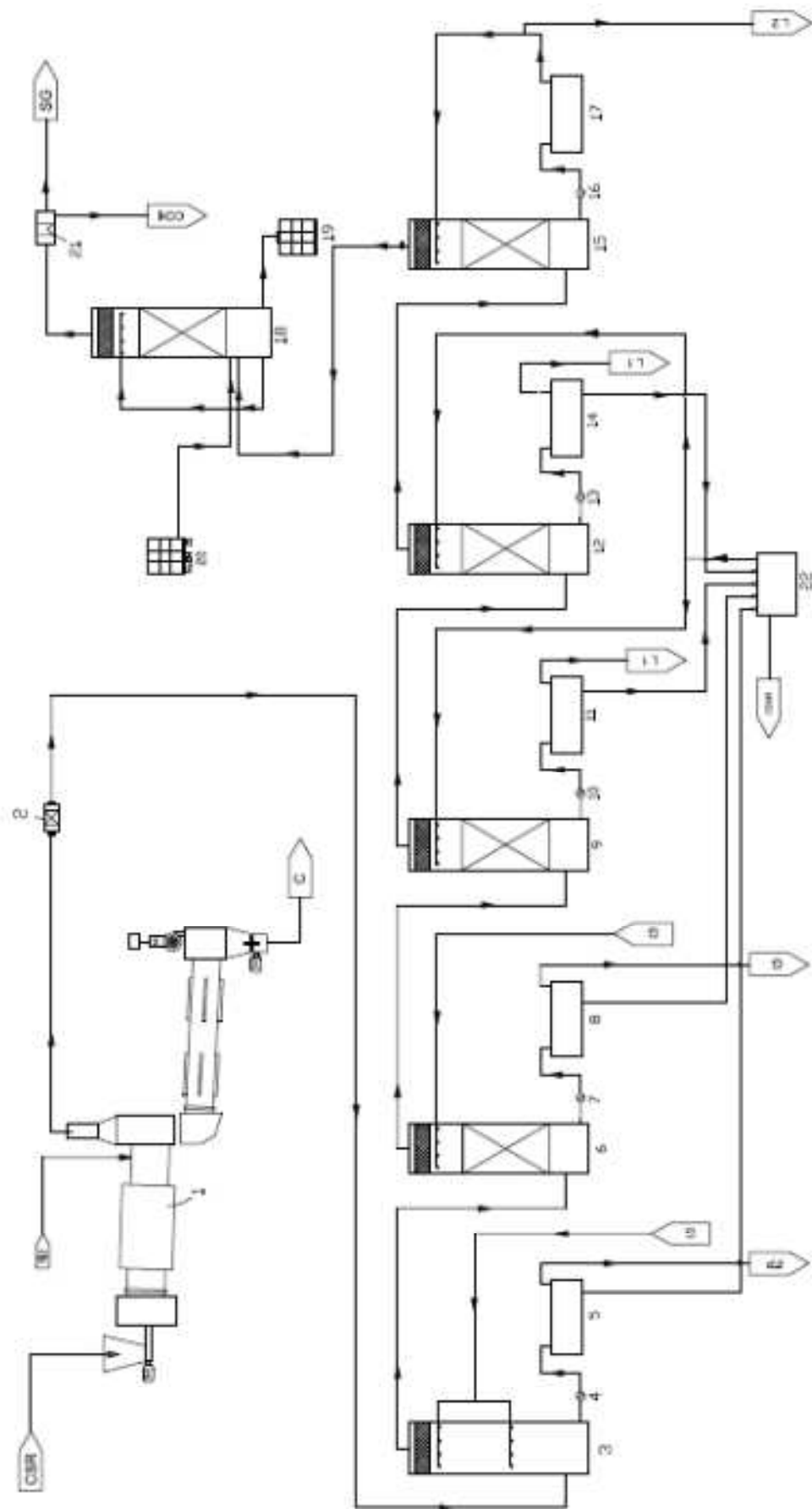


Fig. 2



- ②① N.º solicitud: 201531058
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 20.07.2015
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2002040864 A1 (SERIO MICHAEL A et al.) 11.04.2002, párrafos [0008-0016],[0063],[0065].	1-21
A	WO 2009130524 A1 (ENERGUM DEUTSCHLAND GMBH et al.) 29.10.2009, página 4, líneas 15-16; página 6, líneas 30-32; página 7, línea 24 – página 8, línea 2; figura 1.	1-21
A	US 5330623 A (HOLLAND KENNETH M) 19.07.1994, columna 1, líneas 11-14; columna 3, líneas 4-25; columna 5, líneas 16-30; figura 2.	1-21
A	US 2012157729 A1 (KALNES TOM N) 21.06.2012, párrafos [0005-0006],[0049]; figura.	1-21

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
27.11.2015

Examinador
I. González Balseyro

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

C10B53/00 (2006.01)

C10B53/02 (2006.01)

C10B53/07 (2006.01)

C08J11/12 (2006.01)

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

C10B, C08J

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, TXTUS, TXTEP, TXTGB, XPESP, HCAPLUS

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 27.11.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-21	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-21	SI
	Reivindicaciones	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	US 2002040864 A1 (SERIO MICHAEL A et al.)	11.04.2002
D02	WO 2009130524 A1 (ENERGUM DEUTSCHLAND GMBH et al.)	29.10.2009
D03	US 5330623 A (HOLLAND KENNETH M)	19.07.1994
D04	US 2012157729 A1 (KALNES TOM N)	21.06.2012

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 proceso de producción de gasóleo mediante pirolisis de residuos controlado mediante redes neuronales artificiales, así como la planta para llevar a cabo dicho proceso.

El documento D01 divulga un proceso de obtención de fuel gas a partir de materiales sólidos de desecho, para ello se somete a dicho material a una primera etapa de pirolisis donde los productos líquidos y gaseosos que se obtienen se someten a una segunda etapa de reacción. Se utilizará una red neuronal artificial para obtener una composición determinada del gas producto mediante el control de los parámetros de operación del proceso. (Ver párrafos [0008-0016], [0063], [0065]).

El documento D02 divulga un proceso de descomposición de residuos (caucho, plásticos, ...) mediante pirolisis a 400-800°C. Los gases obtenidos en el reactor de pirolisis se enfrían en columnas de condensación donde parte de ellos condensan y se extraen en forma de líquido y los gases no condensados pasan a un scrubber a la salida del cual una parte es recirculada al sistema de reacción y el resto se utilizan para calentar el reactor. (Ver pág. 4, líneas 15-16; pág. 6, líneas 30-32; pág. 7, línea 24 - pág. 8, línea 2; fig. 1).

El documento D03 divulga un proceso de pirolisis de caucho, y otros materiales donde éstos se precalientan previamente a su entrada al reactor de pirolisis. Los productos gaseosos obtenidos se tratan en una columna de quench y en un stripper para así obtener un hidrocarburo líquido. Los gases no condensados se recirculan al proceso para calentamiento del mismo. (Ver columna 1, líneas 11-14; columna 3, líneas 4-25; columna 5, líneas 16-30; fig. 2).

El documento D04 divulga un proceso de obtención de gasóleo mediante pirolisis de materia lignocelulósica. Una vez llevada a cabo la reacción de pirolisis, los productos son sometidos a refinado, separación y fraccionamiento para obtener fuel gas, gasolina y diésel. (Ver párrafos [0005-0006], [0049]; figura).

Ninguno de los documentos D01-D04 citados o cualquier combinación relevante de los mismos revela una planta o proceso de obtención de gasóleo mediante pirolisis de residuos con las etapas que se recogen en la reivindicaciones 1 y 5, así como que dicho proceso/planta así definido esté controlado mediante redes neuronales artificiales lo cual permite el ajuste automático de las variables de operación en función de la materia prima a tratar.

Por lo tanto, se considera que la invención tal y como se recoge en las reivindicaciones 1-21 cumple los requisitos de novedad y actividad inventiva, según lo establecido en los Artículos 6.1 y 8.1 de la Ley de Patentes.