

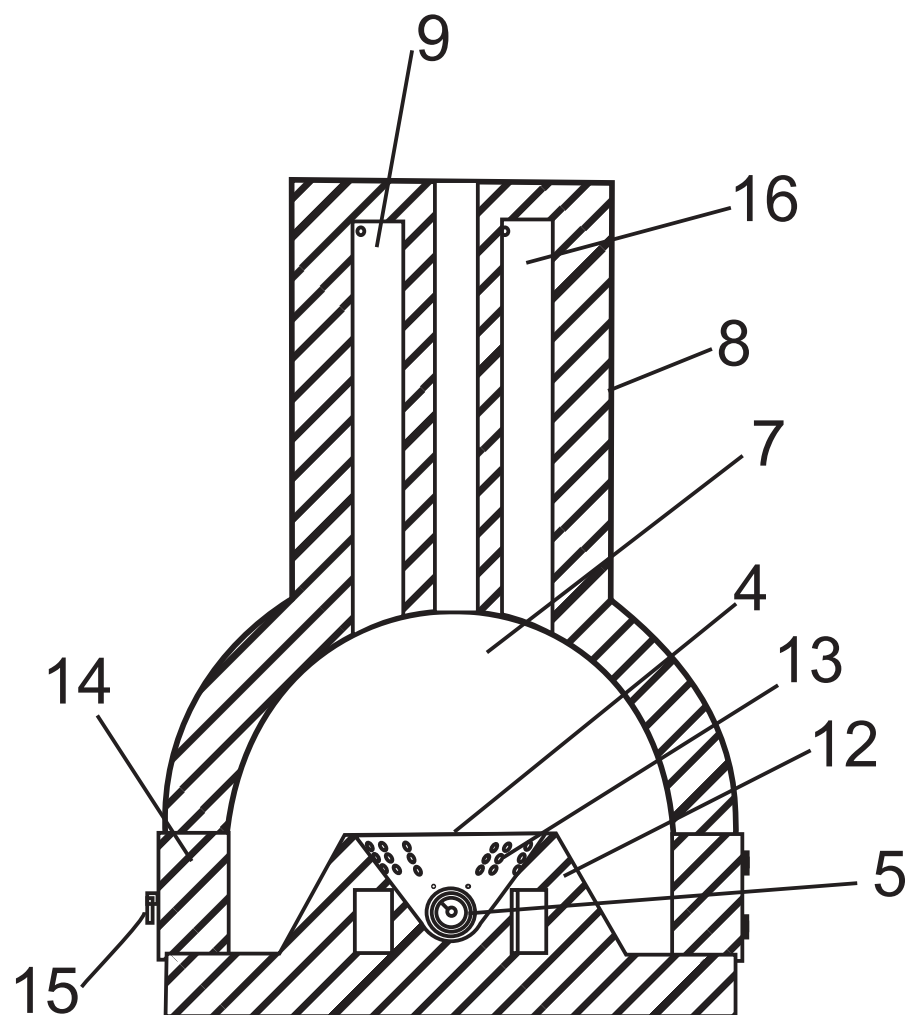


Fig. 4

Señor

JEFE DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
E. S. D.

Expediente (Año-Expediente): **2017-NC2017/0011719**

Respuesta Oficio : **4830**

Nuestra Ref. : **1065-P**

Actuación : RESPUESTA EXAMEN DE FONDO (ART 45 D486)

JHON ALEJANDRO RODRIGUEZ MORALES, con domicilio en esta ciudad, con identificación CC 1032469599 y TP 289,411, abogado titulado en ejercicio, obrando en calidad de apoderado del solicitante UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA UPTC según poder anexo al trámite administrativo de la referencia.

Encontrándome dentro del término legal comparezco para responder el oficio de Requerimiento del Examen de patentabilidad del expediente del asunto emanado de esa Oficina, con fundamento en el Artículo 45 de la Decisión 486 de 2.000 de C.A.N, en los siguientes términos:

- **Título**

Se acepta el título propuesto: "SISTEMA Y PROCESO DE GASIFICACIÓN DE MATERIAL CARBONACEO MEZCLA DE BIOMASA Y CARBÓN MINERAL MEDIANTE UN HORNO DE FLUJO FORZADO TIPO CICLONICO".



COLOMBIA:
Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Bavaria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:
COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com

- **Reivindicaciones (Art. 30 D486)**

Se presenta un capítulo reivindicatorio corregido, el cual está sustentado en el contenido de la solicitud original presentada y no contienen materia que no haya sido incluida anteriormente.

- Se corrigen las unidades de medida por las unidades establecidas por el Sistema Internacional de Medidas.

- Se aclaran los términos generales, tales como: “[...] alimentar aire comprimido [...]” (Reiv. 4), siendo claro que la alimentación se realiza con “aire” mediante ventilador de aire (6) propio de este proceso para gasificación de lecho fijo, cuyo efecto técnico constituye que se requiere “aire” para esta solución de gasificación de lecho fijo, no siendo una solución para lecho fluidizado de otras soluciones existentes en otros procesos como D1; ya que sin el aire no se puede ejecutar el proceso o encontrar la solución propuesta de manera evidente.

- Se aclara el término “[...] realizar un primer efecto de gasificación [...]” (Reiv. 4), fusionando las características de la reivindicación 7 que tiene nivel inventivo, donde las características del primer efecto de gasificación están descritas para gasificación de lecho fijo. De manera que se elimina la reivindicación 7.

- Se aclara el término “[...] realizar un segundo efecto de gasificación [...]” (Reiv. 4), fusionando las características de la reivindicación 8 que tiene nivel inventivo, donde las características del segundo efecto de gasificación están descritas para gasificación de lecho fluidizado. De manera que se elimina la reivindicación 8.



COLOMBIA:

Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Bavaria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:

COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com

- Se elimina la Reivindicación 9 junto con su expresión “vapor agua, saturado y sobresaturado” (Reiv. 9).
- La expresión “[...] alcanzando una temperatura superior a los 900 °C [...]” (Reiv. 7) es una determinación clara de temperatura que abarca las temperaturas superiores a los 900 °C y la invención no debe ser limitada al alcance del proceso que tiene en el modo más amplio de protección que reclama el inventor; sin embargo dentro de este alcance y por sugerencia del examinador se limitará a un rango concreto entre 900 °C y 1800 °C.
- La expresión “[...] la relación estequiométrica se ajusta por debajo de un 80% del aire requerido [...]” (Reiv. 7) es una determinación clara de la relación estequiométrica se ajusta por debajo de un 80% y la invención no debe ser limitada al alcance del proceso que tiene en el modo más amplio de protección que reclama el inventor; sin embargo dentro de este alcance y por sugerencia del examinador se limitará a un rango concreto entre 80% y 40%.
- Se elimina la expresión “[...] se inyecta vapor de agua, saturado y sobrecalentado, hasta un 30% en volumen del combustible alimentado en la cámara de gasificación superior (8).” (Reiv. 9) ya que es imprecisa.
- El examinador dice “La reivindicación 14 tiene por objeto un método, sin embargo, muestra la secuencia de etapas técnicas de manera general, sin reivindicar sus condiciones técnicas tales como: temperatura, presión, proporciones, entre otras, las cuales definirían completamente la invención. Se sugiere realizar las aclaraciones respectivas o definir la invención por sus características esenciales, teniendo en



COLOMBIA:
Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Bavaria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:
COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com

cuenta no modificar o ampliar la materia ya divulgada.”; pero la presente solicitud no tiene una reivindicación 14, si se trata de la reivindicación 4 original, se hacen las correcciones respectivas; de modo que se fusiona la reivindicación 4 de proceso con la reivindicación 5 que presenta la porción y tamaño de la partícula de material carbonáceo, con la reivindicación 6 que aclara la etapa del proceso que se alimenta con un tronillo sinfin, con reivindicación 7 que tiene las características del primer efecto de gasificación con nivel inventivo y con la reivindicación 8 las características del segundo efecto de gasificación con nivel inventivo.

- **Descripción (Art. 28 Decisión 486)**

- Se corrige en la descripción las unidades de medida “psi” (Pág. 7, línea 16) por las establecidas por el Sistema Internacional de Medidas, corrigiendo 150 psi por 1.034 KPa.

- **Dibujos y secuencias (Art. 28 Decisión 486)**

- El Señor examinador menciona *“En la Figura 3, no existe correspondencia entre los elementos numerados 1 “cubierta” y 5 “ducto de alimentación de combustible sólido” con la descripción.”* Se observa que el elemento “cubierta (1)” si corresponde al elemento que aparece tanto la figura 1 como en la figura 3; además, el elemento *“ducto de alimentación de combustible sólido (5)”* no se puede observar la figura 3 porque dicha figura 3 es una vista superior que no permite apreciar el elemento.

Sin embargo, entendemos que el examinador se refiere a que se debe hacer la corrección necesaria en la figura 4 y no en la Figura 3, por lo que se corrigen los elementos numerados 1 “cubierta” y 5 “ducto de alimentación de combustible sólido” mencionados en la descripción en correspondencia con la figura 4.



COLOMBIA:

Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Bavaria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:

COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com

- Se coloca la referencia 16 de la descripción conocida como “ciclón refractario con aletas” en la figura 4 de los dibujos, para que aparezca dicha referencia técnica.

El capítulo reivindicatorio que se aporta, fue corregido para superar los requerimientos realizados por el examinador, es decir, dando claridad a las reivindicaciones en las que se eliminan las expresiones que no definen específicamente, pero con las características esenciales que contribuyen a la obtención del efecto alcanzado para ejecutar el proceso de la invención.

- **Determinación del Estado de la Técnica y Examen de Patentabilidad (Art. 14 D486)**

En relación con los antecedentes mencionados por el señor examinador, según las aseveraciones relacionadas que afectan el NIVEL INVENTIVO, nos permitimos aclarar y precisar lo siguiente, respecto de:

Ítem	Documento	Reivindicaciones afectadas	Requisito que afecta
D1	US4200438	4 a 6 y 9	Nivel Inventivo

- **Nivel Inventivo (Art 18 D 486):**

Se realiza un análisis comparativo del proceso a continuación:



COLOMBIA:

Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Bavaria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:

COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com

RESPUESTAS A LA COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ESENCIALES, CON LA DEL ESTADO DE LA TÉCNICA		
Características esenciales	D1	Respuesta
Un proceso de gasificación de material carbonáceo mezcla de biomasa y carbón mineral caracterizado porque comprende las siguientes etapas	Un método para producir gas a partir de combustible sólido, que comprende: [...] (Reiv. 1)	La biomasa no solamente se encuentra en estado sólido, también en estado líquido como es el caso del estiércol de animales y los lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales, por eso se menciona como mezcla. La cámara inferior de gasificación (7), que no es de lecho fluidizado sino de lecho fijo, permite alimentar la mezcla de estos materiales a la retorta. D1 menciona solamente combustible sólido.
(a) cargar en una tolva (2) con el material carbonáceo (mezcla de biomasa y carbón mineral);	[...] Las entradas, (10) son suministradas por dispositivos de alimentación de combustible, cada uno de los cuales comprende un gusano de alimentación accionable (11) dispuesto en el extremo inferior de una tolva de combustible (13) en la que el combustible entra a través de una compuerta (13) de tipo conocido [...]. (Col. 3, lín. 33 a 37).	El sistema de alimentación indicado por D1 es solamente para lecho fluidizado , ya que, al ingresar el material por el gusano de alimentación, a la cámara de gasificación, es impulsado por el medio gasificante (aire, oxígeno, vapor) que ingresa por el anillo de tubos 14 (Col 3, lín 40 a 52). La reivindicación 7 de las características esenciales hace referencia a alimentación de lecho fijo a través de una retorta (4) donde el material carbonaceo es forzado a emerger de abajo hacia arriba y no es fluidificado, es decir no se producen partículas en suspensión. El gusano de alimentación de D1 es para dosificar las cantidades, mientras que el tornillo sinfín de la reivindicación 7 es, adicionalmente a la dosificación, para empujar el material hacia la superficie de la retorta (lecho fijo). La diferencia esencial es la cámara de lecho fluidizado en D1
(b) alimentar dicho material carbonáceo en una cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7);	[...] una cámara de gasificación conectada a dicha salida inmediatamente aguas abajo y debajo del ciclón por encima de dicho lecho fluidizado para recibir las partículas separadas, y un inyector operativamente asociado con dicha cámara de gasificación para suministrar una corriente de medio gasificante a la cámara de gasificación simultáneamente con el flujo de partículas separadas, dicha cámara de gasificación se abre hacia dicha cámara de reacción a alcanzar dicha	



COLOMBIA:
Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Bavaria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:
COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com

RESPUESTAS A LA COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ESENCIALES, CON LA DEL ESTADO DE LA TÉCNICA		
Características esenciales	D1	Respuesta
	zona de gasificación en lecho fluidizado para transmitir directamente los productos de reacción fundidos a la misma [...] (Reiv. 3).	y la cámara de lecho fijo en la reivindicación 7
(c) alimentar aire comprimido mediante un ventilador de aire (6) hasta una retorta (4) ubicada al interior de la cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7);	No menciona	Es porque D1 alimenta para lecho fluidizado y no para lecho fijo.
(d) realizar un primer efecto de gasificación en la cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7); (e) realizar un segundo efecto de gasificación en una cámara superior de gasificación de lecho fluidizado (8);	[...] gasificar las partículas separadas inmediatamente aguas abajo de dicha salida en una corriente separada de corriente de medio gasificante en una cámara de gasificación dispuesta debajo de dicha salida, por lo que las partículas se gasifican por separado del lecho fluidizado; y permitiendo que los productos de reacción fundidos de dichas partículas separadas fluyan directamente a dicho lecho fluidizado. (Reiv. 1)	La reivindicación 8 explica que se trata de un doble efecto de gasificación, el primero en lecho fijo, en la parte inferior (7), donde el gas de síntesis es ascendente y un segundo efecto de lecho fluidizado en la parte superior (8) donde el gas de síntesis va en contracorriente en vortex descendente. D1 es de un solo efecto de gasificación con solamente lecho fluidizado y de corriente ascendente . [...] “En el centro de la porción de cabeza 16 un ciclón 40 teniendo una carcasa 49 de material adecuado (por ejemplo, acero o cerámica. El extremo superior abierto 43 del ciclón 40 (o en determinadas circunstancias una serie de aberturas laterales en el ciclón) recibe el gas que se eleva desde el lecho fluidizado (no ilustrado, acostado abajo) en la dirección de las flechas mostradas.” [...] (Col. , lín. 49 a 55)



COLOMBIA:
Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Bavaria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:
COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com

RESPUESTAS A LA COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ESENCIALES, CON LA DEL ESTADO DE LA TÉCNICA		
Características esenciales	D1	Respuesta
(f) retirar la ceniza generada en los dos efectos de gasificación.	[...] la gasificación de las partículas separadas se realiza a temperaturas superiores al punto de fusión de la ceniza, de modo que no se producen partículas secas sólidas de ceniza, sino que solo se obtiene escoria líquida, que puede gotear hacia el lecho fluidizado, donde se enfría, solidifica, y se hunde hacia abajo a través de la cama debido a su densidad relativamente alta, eliminándose posteriormente de una manera adecuada por medios convencionales [...] (Col. 1, lín. 52 a 59)	La ceniza se separa en los dos efectos de gasificación, lecho fijo y lecho fluidizado, en D1 solo es por efecto del ciclón en lecho fluidizado.

De acuerdo con análisis anterior y el capítulo reivindicatorio corregido presenta 4 reivindicaciones, con una reivindicación independiente de producto y una reivindicación independiente de proceso que cumple con las características de novedad y nivel inventivo que permiten ejecutar el proceso.

De acuerdo con las correcciones presentadas y las aclaraciones citadas, la presente solicitud de patente de invención cumple con los requisitos de patentabilidad exigidos en el Art. 14 de la Decisión 486/2000 de la C.A.N, en el sentido de Novedad, Nivel inventivo y Aplicación Industrial, solicito dar por subsanado dicho examen y ordenar lo pertinente con el fin que el expediente en mención siga su curso normal.

Por lo antes expuesto, ruego a usted dar por subsanado dicho requerimiento, sin perjuicio de lo cual desde ya nos acogemos a lo dispuesto por el inciso segundo del



COLOMBIA:
Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Bavaria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:
COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com

artículo 45 de la decisión 486 de la Comunidad Andina que a la letra dice: “(...) Cuando la oficina nacional competente estimare que ello es necesario para los fines del examen de patentabilidad, podrá notifica al solicitante dos o más veces (...)” (Subrayado para destacar).

ANEXOS

- Descripción corrigiendo las unidades del Sistema internacional de medidas.
- Reivindicaciones corregidas, específicamente corrigiendo las características que permiten ejecutar el proceso en una sola reivindicación independiente.
- Figura 4 corregida.

Mi poderdante y yo recibiremos notificaciones en la Secretaría de su Despacho o en la Oficina ubicada en la Carrera 13A No. 28-38 Ofc. 230 MZ. 2 Parque Central Bavaria de la ciudad de Bogotá D.C. o al correo electrónico: tmtamayo@gmail.com.

Del señor Jefe,


JHON ALEJANDRO RODRIGUEZ MORALES,
CC 1032469599 y TP 289,411 del C.S.J.



COLOMBIA:

Carrera 13-A No. 28-38 Bufete 230
Tel (571) 341 9841 / Fax (571) 243 5423
Parque Central Bavaria
Bogotá D.C. / Colombia / Sur América

USA:

COL 12010 TM Tamayo
10000 NW 25 Th St Unit 1 L
33172-2204
MIAMI / FL, U.S.A.

E-mail: consultas@tmtamayo.net
ip@tmtamayo.com

Web: www.tmtamayo.com

**SISTEMA Y PROCESO DE GASIFICACIÓN DE MATERIAL CARBONACEO MEZCLA
DE BIOMASA Y CARBÓN MINERAL MEDIANTE UN HORNO DE FLUJO FORZADO
TIPO CICLONICO**

SECTOR TECNOLÓGICO

La presente invención proporciona un sistema y un proceso de gasificación de material carbonáceo mezcla de biomasa y carbón mineral en una cámara de combustión de flujo forzado tipo ciclónico. La presente invención pertenece al campo técnico de la producción de gases que contienen monóxido de carbono e hidrógeno, como gas de síntesis o gas ciudad, a partir de materiales carbonosos sólidos por procesos de oxidación parcial utilizando oxígeno o vapor.

ESTADO DE LA TÉCNICA

La gasificación es un proceso termoquímico que transforma combustibles sólidos en combustibles gaseosos produciendo gas de síntesis, empleando temperaturas superiores a los 900 °C en atmósferas con bajo porcentaje de oxígeno, por debajo del requerido para una combustión completa. El proceso de gasificación se favorece con el aumento de presión y empleando combustibles de tamaños de partículas pequeñas.

En el estado de la técnica se han divulgado procesos y sistemas para la gasificación de materiales derivados de biomasa y materiales carbonaceos. A continuación, se presentan algunos documentos de patente que tratan el tema:

La solicitud de patente en fase nacional expediente N°08051684 se relaciona con un proceso y un sistema para gasificar biomasa u otros materiales de partida carbonáceos en un gasificador calentado indirectamente y suministra un método para la eliminación de materiales orgánicos condensables (alquitranes) desde un gas producto. Más específicamente, esta etapa de remoción de alquitrán utiliza el portador de calor circulante para craquear los orgánicos y producir gas producto adicional. Como un beneficio del anterior proceso, y porque el portador de calor circula por zonas alternadas de vapor y oxidación en el proceso, la desactivación de las reacciones de craqueo se elimina.

La solicitud de patente en fase nacional expediente N°08113967 se refiere a un método para la elaboración de hidrocarburos o hidrocarburos oxigenados. En la versión preferida de la invención, los alcanos líquidos pueden producirse directamente a partir de compuestos derivados de biomasa, incluyendo polisacáridos, monosacáridos, polioles a través de un proceso integrado que involucra la conversión catalítica en mezclas de gas

(gas de síntesis). La conversión del depósito de alimentación reactivo al gas de síntesis se lleva a cabo utilizando un catalizador que comprende Pt-Re en un soporte de carbono.

La solicitud de patente en fase nacional expediente N°13030376 trata un sistema para la gasificación de los materiales de biomasa, que comprende una unidad de gasificación para la conversión de los materiales de biomasa en un gas, en donde la unidad de gasificación está configurada para permitir que los materiales de biomasa y otras materias que están contenidas dentro de la unidad de gasificación se muevan en un patrón de flujo específico a una velocidad específica; y un mecanismo de alimentación para la introducción de materiales de biomasa en la unidad de gasificación en donde el mecanismo de alimentación está configurado para acelerar los materiales de biomasa a la velocidad especificada en la unidad de gasificación. Otro aspecto está dirigido a un sistema para la gasificación de los productos de biomasa; el sistema incluye una unidad de gasificación para la conversión de los materiales de biomasa en un gas y un mecanismo de alimentación para la introducción de los materiales de biomasa en la unidad de gasificación. La unidad de gasificación incluye una pluralidad de puertos de inyección que están distribuidos de manera vertical a lo largo de una o múltiples ubicaciones circunferenciales, es decir, diametralmente opuestas para inyección bilateral, por ejemplo, y cada una de la pluralidad de puertos de inyección tiene un correspondiente ángulo de inyección. Los puertos de inyección inyectan de forma tangencial un medio de gasificación y/o biomasa hacia la unidad de gasificación en ángulos prescritos, y los ángulos de inyección pueden ser orientados en dirección horizontal, ascendente y/o descendente.

La solicitud de patente CN106010655 describe un gasificador de biomasa. El gasificador de biomasa comprende un cuerpo de gasificador, un tubo de alimentación dispuesto sobre el cuerpo del gasificador, un módulo de descarga de sellado superior y un módulo de descarga de sellado inferior distribuidos en el tubo de alimentación; cada módulo de descarga de sellado comprende una placa de sellado de bisagra, un eje giratorio de bisagra y una varilla oscilante conectada con el eje giratorio de bisagra. Un cilindro del pistón está conectado al extremo de cada varilla oscilante. El lado superior del gasificador está conectado a un quemador de combustión. El quemador de combustión está conectado con una tubería de oxigenación y un ventilador de oxigenación mediante la estructura del gasificador, de acuerdo con las características del combustible de biomasa.

En el estado de la técnica, se tiene que los sistemas de gasificación convencionales son hornos voluminosos que requieren un área de parrilla amplia y una cámara de gasificación igualmente grande. Además, la combustión de carbón mineral y biomasa en forma sólida genera contaminación por combustión incompleta, materia carbónica volátil VOCs, inquemados y material particulado por cenizas; la eficiencia energética se reduce por las

dificultades en el control de la estequiometria de las mezclas de combustible y comburente. Los costos de producción de hornos que emplean carbón y biomasa en forma sólida se incrementan por el valor del mantenimiento de los equipos y la baja productividad. La salud de los trabajadores se deteriora al manejar carbón y biomasa por el contacto con el combustible y las altas temperaturas a la que son expuestos en los hornos tradicionales. Por lo tanto, se presenta la necesidad de dar solución a los problemas anteriormente presentados.

Breve descripción de la invención

La presente invención soluciona los problemas técnicos planteados anteriormente al proporcionar un sistema y un proceso de gasificación que combina el sistema convencional de lecho fijo y flujo en co-corriente con el sistema de lecho fluidizado en contra corriente.

En una modalidad de la invención se proporciona un sistema de gasificación de material carbonáceo mezcla de biomasa y carbón mineral que comprende: una tolva de alimentación (2), un dispositivo de alimentación (3) de combustible sólido (biomasa - carbón mineral), una cámara de gasificación (7, 8) conectada a la tolva de alimentación (2) mediante un dispositivo de alimentación (3) del combustible sólido; un ventilador de aire primario (6) ubicado en la parte inferior de la tolva de alimentación (2); un ducto de alimentación de combustible sólido (5); una retorta (4) ubicada al interior de una cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7); un refractario (12) del cenicero, el cual recubre la retorta (4); una cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7); una cámara superior de gasificación de lecho fluidizado (8), ubicada sobre la cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7), formando una sola cámara de gasificación; unas toberas de inyección (9) radiales dispuestas en la tapa (10) de la cámara superior de gasificación (8); un ciclón refractario con aletas (16), ubicado al interior de la cámara superior de gasificación de lecho fluidizado (8); unas compuertas laterales (14) con manijas (15), ubicadas en la parte inferior de la cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7); y un ducto de salida (11) del gas de síntesis.

En otra modalidad de la invención se proporciona un proceso de gasificación de material carbonáceo (mezcla de biomasa y carbón mineral), el cual comprende las siguientes etapas:

- (a) cargar en una tolva (2) con el material carbonáceo (mezcla de biomasa y carbón mineral);
- (b) alimentar dicho material carbonáceo en una cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7);

- (c) alimentar aire comprimido mediante un ventilador de aire (6) hasta una retorta (4) ubicada al interior de la cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7);
- (d) realizar un primer efecto de gasificación en la cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7);
- 5 (e) realizar un segundo efecto de gasificación en una cámara superior de gasificación de lecho fluidizado (8);
- (f) retirar la ceniza generada en los dos efectos de gasificación.

donde la cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7) y la cámara superior de gasificación de lecho fluidizado (8) forman una sola cámara de gasificación.

Breve descripción de figuras

Las figuras que acompañan la descripción ilustran, a modo de ejemplo, realizaciones de la presente invención, no buscan ser limitantes de esta:

- La figura 1** presenta la vista isométrica del sistema de gasificación.
- La figura 2** presenta la vista frontal del sistema de gasificación.
- La figura 3** presenta la vista superior del sistema de gasificación.
- 20 **La figura 4** presenta un corte vertical de la cámara de combustión.
- La figura 5** presenta en detalle el anillo refractario con aletas del ciclón de gasificación refractario (16).
- La figura 6** presenta el perfil de temperatura (°C) de dos corridas empleando el sistema de gasificación.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención proporciona un novedoso sistema y un proceso de gasificación que combina el sistema convencional de lecho fijo y flujo en co-corriente con el sistema de lecho fluidizado en contra corriente generado por un vortex a partir de un ciclón refractario de alta temperatura donde el gas de síntesis se produce separándose simultáneamente de la ceniza. El sistema de gasificación está compuesto, en general, por dos sistemas de alimentación, un sistema de gasificación de flujo ascendente, un sistema de gasificación fluidificado descendente, un sistema de separación tipo ciclónico, un sistema de recirculación de gases, y un sistema de extracción de cenizas.

Los números que referencian los elementos del sistema de gasificación en la siguiente descripción corresponden a los presentados en las figuras 1 a 5.

En una modalidad de la invención se proporciona un sistema de gasificación, el cual está compuesto por una tolva de alimentación (2), con cubierta (1), conectada a una cámara de gasificación (7, 8) mediante un dispositivo de alimentación (3) de combustible sólido (biomasa - carbón mineral); en la parte inferior de dicha tolva (2) se ubica un ventilador de
5 aire primario (6) de velocidad variable que junto con un ducto de alimentación de combustible sólido (5) permiten graduar la producción de gas de síntesis a la demanda del proceso y ajustar las diversas mezclas de la co-gasificación biomasa - carbón mineral. El combustible sólido es alimentado por el dispositivo de alimentación (3) hasta una retorta (4) ubicada al interior de una cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7); la retorta está
10 elaborada en fundición y presenta una serie de perforaciones (13) para distribuir el aire primario que es impulsado por el ventilador de aire primario (6). La operación de gasificación se lleva inicialmente en la cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7), primer efecto de gasificación, donde el combustible sólido asciende por un refractario (12) del cenicero, el cual recubre la retorta (4) formando un plano inclinado externo, hacia la superficie del
15 cenicero y luego el gas de síntesis producido entra a una cámara superior de gasificación de lecho fluidizado (8); dichas cámaras forman una sola cámara de combustión. Combustible sólido con una granulometría inferior a 1 mm, se inyecta a través de unas toberas de inyección (9) radiales dispuestas en la tapa (10) de la cámara superior de gasificación (8), que en su interior dispone de un ciclón refractario (16) conformado por
20 anillos refractarios donde están alojadas unas aletas radiales que orientan con un ángulo de ataque el material carbonáceo para formar un vortex descendiente que alcanza temperaturas superiores a los 900 °C generándose el segundo efecto de gasificación en contracorriente con el gas de síntesis producido en la cámara inferior de lecho fijo (7). La ceniza formada desciende hasta unas compuertas laterales (14) con manijas (15) y es
25 retirada junto con la ceniza generada en la cámara inferior que avanza sobre el refractario (12) cayendo por gravedad en el plano inclinado que forma el refractario (12) del cenicero. El gas de síntesis separado de la ceniza por el efecto ciclónico es retirado por un ducto de salida (11), ubicado en el eje o parte central vertical de la cámara superior de gasificación de lecho fluidizado (8).

30 En otra modalidad de la invención se proporciona un proceso de gasificación de material carbonáceo (mezcla de biomasa y carbón mineral), el cual comprende las siguientes etapas:

- 35 (a) cargar en una tolva (2) un material carbonáceo (mezcla de biomasa y carbón mineral) con proporciones volumétricas que varían desde un 10 % - 90 % hasta un 90 % - 10 %, donde la granulometría del material carbonáceo está entre 10 mm a 100 mm de tamaño de partícula;

- (b) alimentar dicho material carbonáceo en una cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7), esto se hace a través de un dispositivo de alimentación (3) de combustible sólido (material carbonáceo) graduado mediante un motor de velocidad variable que va desde las 10 r.p.m. hasta las 1600 r.p.m. con un sistema reductor de velocidad para alto torque,
- (c) alimentar aire comprimido mediante un ventilador (6), el cual cuenta con un sistema de velocidad variable, hasta una retorta (4) ubicada al interior de la cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7);
- (d) realizar un primer efecto de gasificación en la cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7), este se da cuando el combustible sólido hace ignición en la parte baja de la retorta (4) alcanzando una temperatura superior a los 900 °C y se forma una columna de combustible que aflora sobre un refractario (12) obteniéndose la gasificación en la cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7), se ajusta la relación estequiométrica por debajo de un 80% del aire requerido regulando la velocidad del dispositivo de alimentación (3) de combustible sólido y el ventilador de aire (6) primario;
- (e) realizar un segundo efecto de gasificación en una cámara superior de gasificación de lecho fluidizado (8); de forma simultánea a la operación de la cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7), se pone en funcionamiento la cámara superior de gasificación de lecho fluidizado (8), en donde el combustible sólido con una granulometría inferior a 1 mm, se inyecta a través de unas toberas (9) radiales dispuestas en la tapa (10) de la cámara superior de gasificación de lecho fluidizado (8). El combustible pulverizado ingresa a la cámara superior (8), que en su interior dispone de un ciclón refractario (16) conformado por anillos refractarios donde están alojadas las aletas radiales que orientan con un ángulo de ataque el material carbonáceo para formar un vortex descendente del combustible que alcanza temperaturas superiores a los 900 °C obteniéndose la gasificación en contracorriente al contacto con el gas de síntesis producido en la cámara inferior de lecho fijo (7). El vortex generado en el ciclón refractario (16) impulsa las partículas a más de 5 m/s generando un efecto de separación entre el gas y las cenizas generadas en las dos cámaras de gasificación, superior (8) e inferior (7);
- (f) retirar la ceniza generada en los dos efectos de gasificación; la ceniza avanza sobre el refractario (12) cayendo en el plano inclinado externo de este y desciende por gravedad hasta las compuertas laterales (14) por donde es retirada.

El gas de síntesis separado de la ceniza por el efecto ciclónico es retirado por un ducto de salida (11). El gas de síntesis sale por el ducto (11) a una temperatura superior a los 500 °C.

- 5 El dispositivo de alimentación (3) puede ser un tornillo sinfín o cualquier otro mecanismo que permita el adecuado transporte de material particulado.

En otra modalidad de la invención, se puede inyectar, por las toberas (9), vapor de agua, saturado y sobrecalentado, hasta un 30% en volumen del combustible alimentado en la
10 cámara de gasificación superior (8) para aumentar el % de H₂ generado y regular la temperatura de las cámaras ante sobrecalentamientos. El vapor se genera por serpentines localizados en la pared interior de la cámara de gasificación superior (8) en forma de chaqueta, aprovechando el calor residual que se transfiere a través de las paredes de la cámara de combustión. Tanto el combustible pulverizado como el vapor saturado o
15 sobrecalentado requieren inyectarlo por las toberas (9) mediante un flujo forzado que se logra con presiones superiores a los 1.034 KPa.

La capacidad de gasificación de la cámara inferior de lecho fijo (7) puede ir desde los 10 kg/h hasta los 1.000 kg/h para hornos pequeños, y desde 1.000 kg/h a 10.000 kg/h para
20 hornos de tamaño intermedio.

El gas de síntesis obtenido se logra mediante mezclas de combustible biomasa – carbón mineral, combustibles que también pueden ser sustituidos por material carbonáceo proveniente de residuos de procesos agrícolas, pecuarios, industriales, comerciales y
25 residenciales, plantas de tratamientos de aguas residuales (PTAR), y rellenos sanitarios, entre otros.

La composición típica del gas de síntesis obtenido es:

- 30 - CO₂= 0 % a 10 %;
- CO = 0 % a 20 %;
- CH₄ = 0 % a 10 %;
- H₂ = 0 % a 20 %; y
- otros gases = 40 % - 80 %.

35

- Ejemplo del uso del gasificador ciclónico de flujo forzado sustituyendo quemadores de carbón pulverizado en un horno túnel para la cocción de ladrillo

Se realizaron dos corridas, de acuerdo al procedimiento planteado, donde se demuestra la
40 eficiencia de la invención. En la siguiente tabla se presenta el perfil de temperatura (°C) y en la figura 6 se presenta la gráfica de dichas corridas.

Tabla 1. Perfiles de Temperatura

Corrida 1		Corrida 2		
Línea	Temperatura (°C)	Línea	Temperatura (°C)	
32	200	35	200	
31	250	34	250	
30		33		
29	700	32	840	
28	750	31	850	
27	750	30	800	
26	800	29	800	
25	850	28	800	
24	825	27	800	
23	900	26	775	
22	800	25	750	
21	740	24	715	
20	700	23	675	
19	700	22	675	
18	640	21	650	
17	575	20	640	
16	525	19	600	
15	525	18	560	
		17	500	
		16	480	
		15	440	

En las tablas 2 y 3 se presentan los balances estequiométricos y energía de las corridas presentadas:

Tabla 2. Balances estioquiométricos y de Energía

Consumo de combustible			Propiedades carbón		
Dispositivo	Consumo carbón (kg)	Tiempo (min)	Poder calorífico (kcal/kg) 7960		
Corrida 1	105,6	60	Humedad total (%) 1,96		
Corrida 2	116,7	60	Cenizas (%) 4,68		
			Materia volátil (%) 33,72		
			Carbono fijo (%) 59,64		
			Azufre (%) 0,73		
Total	222,2	60			
en Kg/h	222,2				
Energía/hora (kcal/h)	1768888,889				
Energía/hora (kJal/h)	7396785,778				
Caudal salida (m³/h)	% Aire exceso	Temperatura salida (°C)	Presión (Pa)	Flujo másico salida (kg/h)	Temperatura entrada (°C)
13208	665,9	31	72314,05263	10915,24514	25
Balance Energía					
	Calor gases (kJ/h)	Calor ladrillo (kJ/h)	Calor perdido (kJ/h)	Humedad	Eficiencia (%)
Método 1	13.293.805,85	693.750,00	7.701.315,20	138.754,83	295,10
Porcentaje (%)	179,72	9,38	104,12		

Tabla 3. Cálculos del sistema de gasificación

CONSUMOS				
Arcilla seca	kg	23000	23000	
Arcilla total	kg/día	115000	184000	
Carbón	Kg/día	1200	1800	
Tiempo de quema	h	24	24	
Eficiencia térmica cámara de gasificación inferior				
Q=m*c*p*dT				
167708,33	Kcal/h	167708,33		
43,0 (%)		54 (%)		
Variable o característica		Carbón pulverizado	Unidad	SYNGAS
Carbón consumido		50	kg/h	40
Poder calorífico carbón		7800	Kcal/kg	7800
Cantidad de energía generada		390000	Kcal/h	311013
Eficiencia de gasificación del equipo			%	79
Energía entregada en gasificador		312000	Kcal/h	245700
Reducción factible de combustible			%	63
Factor de conversión		238,85	fc	238,85
Energía generada		1306,3	MJ/h	1028,7
Poder calorífico syngas			MJ/m³	5
Volumen de gas generado		261,3	m³/h	205,7
Volumen de aire requerido		110,0	m³/h	91,7
Volumen de aire corregido por altura		157,1	m³/h	131,0
Potencia del equipo en Syngas		261,3	m³/h	205,7
Costo del combustible		6000	\$/h	6300
Reducción de consumo de combustible		20,3%		
Reducción del costo de combustible		-5%		

Como ventajas de la invención se tienen:

- Debido al sistema de gasificación simultáneo de doble cámara fija en co corriente y fluidizado en contracorriente logra combinar mezclas de combustible fósil y de biomasa reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero, y manteniendo una relación competitiva de costos por unidad térmica.
- Versatilidad para adaptarse a varios tipos de combustible en origen, forma y tamaño. Este sistema hace que se pueda alimentar el gasificador de forma flexible a partir de la disponibilidad de materiales, logrando un diseño ajustado a la oferta de material carbonáceo.
- El sistema de gasificación integrado al ciclón refractario de alta temperatura permite, al tiempo, gasificar y separar las cenizas logrando la pre-limpieza del gas de síntesis en la misma cámara, sin requerir de un tren de depuración de gases independiente, aumentando el índice de gasificación y por consiguiente la eficiencia energética del

sistema, por esta razón se puede obtener más gas a partir de la misma materia prima, que en un gasificador convencional.

- Este sistema de doble efecto garantiza mayores índices de gasificación en un menor espacio y con una mayor concentración de temperatura y bajas pérdidas energéticas para una alta eficiencia del proceso.
- Tamaño compacto en comparación con los sistemas tradicionales, hasta un 70% de reducción en volumen de cámaras de gasificación. Ahorro en materiales y espacio.
- El poder calorífico del combustible se mantiene estable. La manipulación del gas se facilita en usos como hornos ladrilleros, hornos de palanquilla y sistemas donde se puede llevar a través de tuberías. El gas de síntesis generado puede sustituir al gas natural en aplicaciones similares a menor costo.
- El flujo forzado de combustible sólido que ingresa a la cámara de gasificación, que admite hasta un 30% de vapor de agua (saturado y/o sobrecalentado), reduce el tiempo de gasificación, por lo tanto, el tiempo de retención de partículas en el interior del sistema, generando una mayor productividad de gas. Las altas y estables temperaturas permiten una mayor proporción de inyección de vapor, aumentando la producción de H_2 y CH_4 , logrando un gas con mayor poder calorífico.

Las descripciones anteriores, de elementos y realizaciones específicas de la presente invención se han presentado con fines de ilustración y descripción. Estas no pretenden ser exhaustivas o limitar la invención a las formas precisas descritas. Las modificaciones y variaciones son posibles a la luz de las enseñanzas anteriores. Las realizaciones se describieron con el fin de explicar mejor los principios de la invención y su aplicación práctica, para permitir a otros expertos en la técnica utilizar mejor la invención y variar las realizaciones con modificaciones que sean adecuadas al uso particular contemplado.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de gasificación de material carbonáceo mezcla de biomasa y carbón mineral **caracterizado porque** comprende:

- una tolva de alimentación (2);
- un dispositivo tornillo sinfín de alimentación (3) de combustible sólido (biomasa - carbón mineral);
- una cámara de gasificación (7, 8) conectada a la tolva de alimentación (2) mediante un dispositivo de alimentación (3) del combustible sólido;
- un ventilador de aire primario (6) ubicado en la parte inferior de la tolva de alimentación (2);
- un ducto de alimentación de combustible sólido (5);
- una retorta (4) elaborada en fundición ubicada al interior de una cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7) con una serie de perforaciones (13);
- un refractario (12) del cenicero, el cual recubre la retorta (4);
- una cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7);
- una cámara superior de gasificación de lecho fluidizado (8), ubicada sobre la cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7);
- unas toberas de inyección (9) radiales dispuestas en la tapa (10) de la cámara superior de gasificación (8);
- un ciclón refractario con aletas (16), ubicado al interior de la cámara superior de gasificación de lecho fluidizado (8);
- unas compuertas laterales (14) con manijas (15), ubicadas en la parte inferior de la cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7); y
- un ducto de salida (11) del gas de síntesis.

donde la cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7) y la cámara superior de gasificación de lecho fluidizado (8) son una sola cámara de gasificación.

2. El sistema de gasificación de material carbonáceo mezcla de biomasa y carbón mineral de la reivindicación 1 **caracterizado porque** el refractario (12) del cenicero es un plano inclinado externo.

3. El sistema de gasificación de material carbonáceo mezcla de biomasa y carbón mineral de la reivindicación 1 **caracterizado porque** el ducto de salida (11) del gas de síntesis está ubicado en el eje o parte central vertical de la cámara superior de gasificación de lecho fluidizado (8).

4. Un proceso de gasificación de material carbonáceo mezcla de biomasa y carbón mineral **caracterizado porque** comprende las siguientes etapas:

- (a) cargar en una tolva (2) con el material carbonáceo (mezcla de biomasa y carbón mineral) en proporciones volumétricas que varían desde un 10 % - 90 % hasta un 90 % - 10 %, donde la granulometría de este material carbonáceo está entre 10 mm a 100 mm de tamaño de partícula;
- (b) alimentar dicho material carbonáceo en una cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7) a través de un dispositivo de alimentación (3) de combustible sólido (material carbonáceo) tipo tornillo sinfín;
- (c) alimentar aire mediante un ventilador de aire (6) hasta una retorta (4) ubicada al interior de la cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7);
- (d) realizar un primer efecto de gasificación de lecho fijo en la cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7) cuando el combustible sólido (material carbonáceo) hace ignición en la parte baja de la retorta (4) de perforaciones (13) alcanzando una temperatura entre 900 °C y 1800°C formando una columna de combustible que aflora sobre un refractario (12); la relación estequiométrica se ajusta entre 80% y 40% del aire requerido regulando la velocidad del dispositivo de alimentación (3) de combustible sólido y el ventilador de aire (6) primario;
- (e) realizar un segundo efecto de gasificación de lecho fluidizado en una cámara superior de gasificación de lecho fluidizado (8) inyectando combustible sólido con una granulometría inferior a 1 mm a través de unas toberas (9) radiales dispuestas en la tapa (10) de la cámara superior de gasificación de lecho fluidizado (8); al interior de la cámara superior (8) se dispone de un ciclón refractario (16) conformado por anillos refractarios donde están alojadas unas aletas radiales que orientan con un ángulo de ataque el material carbonáceo formando un vortex descendente del combustible y al contacto en contracorriente con el gas de síntesis producido en la cámara inferior de lecho fijo (7) producen un gas de síntesis, el cual es retirado por un ducto de salida (11).;
- (f) retirar la ceniza generada en los dos efectos de gasificación.

donde la cámara de gasificación inferior de lecho fijo (7) y la cámara superior de gasificación de lecho fluidizado (8) son una sola cámara de gasificación.