



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 349 689**

51 Int. Cl.:

C10J 3/46 (2006.01)

C10G 32/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04023441 .1**

96 Fecha de presentación : **01.10.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1520901**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.04.2005**

54 Título: **Procedimiento para convertir aceites crudos pesados y coque de petróleo en gas de síntesis usando una fuente de radiación externa.**

30 Prioridad: **01.10.2003 US 508064 P**
29.09.2004 US 954507

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.01.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.01.2011

73 Titular/es: **INTEVEP, S.A.**
Apartado 76343
Caracas 1010 A, VE
CIEMAT y
ETHZ (Swiss Federal Institute of Technology)

72 Inventor/es: **Morales, Alfredo;**
Blanco, Julián;
Steinfeld, Aldo;
Romero, Manuel y
Rodríguez, Domingo

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 349 689 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

Descripción

La invención se refiere a un procedimiento para convertir hidrocarburos pesados en gas de síntesis de alta calidad, es decir una mezcla principalmente de hidrógeno y monóxido de carbono.

- 5 Las emisiones antropogénicas de gases de invernadero y otros contaminantes se pueden reducir significativamente o incluso eliminar completamente sustituyendo los combustibles fósiles por combustibles más limpios, por ejemplo combustibles solares. Además, la conversión de energía solar en un portador de energía química que pueda almacenarse a largo plazo y transportarse a largas distancias superaría las
- 10 principales desventajas de la energía solar, es decir, que la energía solar es convencionalmente una fuente de energía diluida, intermitente y desigualmente distribuida.

- La sustitución de combustibles fósiles con combustibles solares es un objetivo a largo plazo que requiere el desarrollo de nuevas tecnologías. También sería
- 15 deseable el progreso intermedio a lo largo de esta transición. Claramente, queda la necesidad de un procedimiento más viable para usar energía solar para superar las limitaciones ya mencionadas.

- Un aparato para generar energía usando gas sintético según las explicaciones de la patente de EE.UU. 6.510.695 B1 incluye equipo construido y dispuesto para
- 20 reformar un gas hidrocarbonado, material o biogás producido a partir de una fuente en gas sintético. Se proporcionan medios de suministro para suministrar materia prima de gas hidrocarbonado, material o biogás a un reformador contenido en el equipo y la materia prima de material hidrocarbonado o biogás es producida mediante un aparato que produce combustible por el uso de radiación solar. Una unidad de turbina de gas
- 25 incluye un compresor para producir aire comprimido, un quemador para quemar el gas sintético y calentar el aire comprimido para producir aire comprimido, calentado y una turbina acoplada a un generador y al compresor para expandir el aire comprimido, calentado y producir energía y gases de escape calientes. Se proporcionan medios de suministro además para suministrar el gas sintético producido por el equipo al
- 30 quemador, mientras un vaporizador que contiene preferiblemente agua es responsable de que los gases de escape calientes producidos por la turbina de gas produzcan vapor. Este vapor se puede usar como vapor del proceso, por ejemplo, en un proceso industrial o en otros procesos de cogeneración. Preferiblemente, sin embargo, se proporciona una turbina de vapor para expandir el vapor producido por el vaporizador
- 35 y producir energía y vapor expandido.

En la patente de EE.UU. 5.934.231 una antena de recogida solar presenta una placa reflectiva de gran abertura que está montada sobre una base de soporte de la placa. Cuando la placa señala al sol, refleja la radiación solar recibida a una zona de concentración en que se sitúa o un receptor de energía solar o un reflector secundario (soportado por un soporte auxiliar). Para seguir el sol, se hace rotar la placa alrededor de un primer eje que es transversal a la abertura de la placa y un segundo eje ortogonal, que intercepta al primer eje. El centro de masas de la combinación de la placa, su base soporte, el receptor de energía solar o reflector secundario y el soporte auxiliar está relativamente próximo al borde inferior de la placa y yace sustancialmente sobre el eje transversal de rotación, en el punto en que casi intercepta al primer y al segundo eje. La abertura de la placa se elige a fin de que la placa experimente carga del viento equilibrada alrededor de su eje transversal de rotación.

Un método para emplear una fuente de calor de temperatura moderadamente alta, externa, en la pirólisis y gasificación de residuos sólidos, carbón u otros materiales orgánicos se describe en la patente de EE.UU. 3.993.458 A como sigue: se calienta vapor, CO₂ o alguna mezcla de estos dos gases a una temperatura de 600°C o más en un reactor químico situado en el foco de un horno solar de la parte superior de la torre que está situado en la sección inferior de dicho reactor. Este fluido de trabajo (vapor, CO₂ o una mezcla de los mismos) se usa para fluidizar el lecho reaccionante de carbón de leña y material orgánico, es decir, residuos sólidos como carbón, estiércol, residuos de alimentación.

Por lo tanto, es el objeto principal de la presente invención proporcionar un procedimiento por el que la energía solar se convierta en energía almacenada de manera química.

Es otro objeto de la invención proporcionar un procedimiento en el que la energía almacenada sea un combustible fósil relativamente limpio.

Otros objetos y ventajas aparecerán a continuación.

Los problemas se resuelven por la explicación según las reivindicaciones independientes. Los desarrollos particulares se dan en las reivindicaciones dependientes. Dentro del ámbito de la invención están todas las combinaciones de al menos dos de los elementos descriptivos y características técnicas descritas en las reivindicaciones y/o en la descripción. Para todos los intervalos dados, también los límites que se encuentren dentro de estos límites se considerarán valores máximos o mínimos y se estimarán descritos como tales.

Según la presente invención, los objetos y ventajas anteriores se han

conseguido fácilmente.

Según la invención, se proporciona un procedimiento para la conversión termoquímica de aceite pesado y coque de petróleo en combustibles fluidos, que comprende las etapas de proporcionar un combustible fósil seleccionado del grupo que consiste en aceite pesado, coque de petróleo y mezclas de los mismos y exponer el combustible fósil a una fuente externa de radiación concentrada a fin de que se aumente la temperatura y la presión del combustible fósil y se convierta el combustible fósil en un producto seleccionado del grupo que consiste en hidrógeno, monóxido de carbono y mezclas de los mismos. La temperatura del combustible fósil se aumentará a una temperatura de al menos aproximadamente 1.000°C.

Una fuente preferida de radiación externa es la energía solar, preferida una energía solar concentrada.

Esta radiación externa se puede concentrar ventajosamente usando concentradores de placa parabólicos, tecnología de torre solar, lámparas de arco y similares.

El producto final puede comprender hidrógeno y monóxido de carbono. El autor es de la opinión de que el producto final consiste esencialmente en hidrógeno y monóxido de carbono.

El ámbito de la invención puede comprender la etapa de convertir el producto final en un producto más refinado seleccionado del grupo que consiste en hidrógeno, combustibles sintéticos y productos químicos y mezclas de los mismos.

La conversión usa un oxidante y en la que el oxidante se selecciona del grupo que consiste en vapor, oxígeno, óxidos de metal, otros compuestos que contienen oxígeno y mezclas de los mismos. Y es posible que el oxidante sea vapor.

Se demuestra por el autor que la etapa de exposición convierte el combustible fósil sin la necesidad de oxígeno puro como agente reaccionante.

La etapa de exposición se realizará usando sólo vapor como oxidante, dando como resultado una mezcla de producto de hidrógeno y monóxido de carbono. Y la fuente de radiación externa proporcionará el calor sensible y latente requerido para llevar los agentes reaccionantes a la temperatura de reacción; la fuente de radiación externa se puede crear por operación híbrida con combustibles fósiles.

La invención demuestra que el combustible fósil comprende partículas de coque de petróleo y aceite pesado bruto directamente expuesto a la fuente de radiación externa, por la que el combustible fósil sirve simultáneamente como absorbente radiante y agente reaccionante químico.

El procedimiento comprende además la etapa de arrastrar las partículas de coque de petróleo y aceite pesado bruto en un flujo de vapor, oxígeno u otro oxidante gaseoso. El flujo sirve simultáneamente como agente reaccionante y como cortina aerodinámica para mantener una ventana limpia para el acceso de radiación al combustible fósil.

Más ventajas, características y detalles de la invención son evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra la relación entre la temperatura y la fracción molar de equilibrio de agentes reaccionantes y productos en un procedimiento de la presente invención;

Las Figuras 2a-b muestran un ejemplo de composición de gas producto como una función de la temperatura para dos tipos de coque de petróleo tratados según la presente invención.

La invención se refiere a un procedimiento para convertir combustible fósil tal como aceite pesado bruto y coque de petróleo (coque de petróleo) en gas de síntesis usando una fuente de radiación externa, preferiblemente energía solar.

Las limitaciones actuales con el uso de la energía solar se indicaron en líneas generales anteriormente.

Estratégicamente, es deseable considerar objetivos a medio plazo que se dirijan al desarrollo de procedimientos endotérmicos solares/fósiles híbridos en que los combustibles fósiles se usan sustancialmente exclusivamente como agentes reaccionantes químicos y radiación externa tal como energía solar como la fuente de calor para el proceso. El procedimiento de la presente invención se refiere a este objetivo.

Según la invención, una realización preferida de este procedimiento es la gasificación solar de coque de petróleo (coque de petróleo). Esto produce combustibles más limpios cuyo contenido en energía se ha mejorado por energía solar. El valor calorífico del combustible se incrementa por encima del valor de la materia prima por la entrada solar en una cantidad igual al cambio de entalpía de la reacción.

Según la invención, se proporciona un combustible fósil adecuado, que es coque de petróleo, aceite pesado bruto y mezclas de los mismos. El combustible se expone a una fuente de radiación externa, preferiblemente radiación concentrada, por la que la radiación aumenta la temperatura del combustible y proporciona el calor para

el proceso a temperatura necesariamente alta para conducir las reacciones endotérmicas al gas de síntesis deseado. El procedimiento se puede usar con otros hidrocarburos también, pero un procedimiento particularmente preferido es junto con coque de petróleo y aceites pesados brutos.

5 La radiación externa puede ser ventajosamente radiación concentrada externa tal como la proporcionada por concentradores de placas parabólicos, tecnología de torres solares, lámparas de arco y similares. Además, aunque la energía solar es una fuente preferida de la radiación externa, también se pueden usar otras fuentes así como híbridos con fuentes de radiación de energía de combustibles fósiles
10 convencionales. El equipo para proporcionar estas fuentes de radiación concentrada es conocido para un experto en la materia. Como se explica a continuación, se puede usar el producto final resultante para alimentar motores de combustión convencionales o plantas de energía o se puede tratar además para elaborar productos más refinados tales como hidrógeno más puro, combustibles sintéticos y productos químicos y
15 similares, por ejemplo productos más adecuados como combustible para pilas de combustible y similares.

El oxidante adecuado puede incluir ventajosamente vapor, oxígeno, óxidos metálicos, otros compuestos que contienen oxígeno y mezclas de los mismos. Un oxidante preferido es vapor y usando esencialmente vapor, y ventajosamente sin la
20 necesidad de oxígeno puro, se puede producir una mezcla de productos de esencialmente hidrógeno y monóxido de carbono.

En la realización en la que la alimentación que se tiene que tratar incluye partículas de coque de petróleo, estas partículas sirven ventajosamente tanto para absorber radiación como para actuar como agentes reaccionantes químicos para el
25 producto final deseado.

Según la invención, el combustible fósil puede contener ventajosamente tanto partículas de coque de petróleo como aceite bruto líquido pesado. Este combustible fósil puede ser arrastrado en una corriente de portador adecuado, que es preferiblemente también un agente reaccionante tal como vapor, oxígeno u otro
30 oxidante gaseoso y similar. Esta corriente de combustible fósil arrastrado se puede usar para aumentar la exposición del combustible fósil a la radiación, tanto por atomización como aumentando la superficie a la radiación. Además, la radiación se aplica preferiblemente a la alimentación por un acceso óptico, es decir, una ventana o algún otro tipo de abertura adecuada. El flujo o corriente de portador se puede adaptar
35 para servir como cortina aerodinámica para mantener el acceso óptico limpio,

reduciendo de ese modo el mantenimiento necesario para mantener eficiente el proceso de la presente invención. Mantener limpia la ventana u otro acceso óptico por el que se haga pasar la radiación permite el máximo efecto de la radiación sobre el combustible fósil como se desee.

5 Según la invención, la radiación concentrada externa se aplica ventajosamente al combustible fósil a fin de proporcionar una temperatura de al menos aproximadamente 1.000°C y suministrar la entalpía, el calor sensible y latente requerido para la reacción.

10 Cuando se practica un procedimiento convencional a una escala industrial, la energía requerida para calentar los agentes reaccionantes y para el calor de la reacción se suministra de manera convencional quemando una porción significativa de la materia prima o directamente por combustión interna o indirectamente por combustión externa. La combustión interna, cuando se aplica en reactores autotérmicos, da como resultado la contaminación de los productos gaseosos, 15 mientras la combustión externa, cuando se aplica a reactores alotérmicos, da como resultado menor eficiencia térmica debido a las irreversibilidades asociadas a la transferencia de calor indirecta.

Alternativamente, las ventajas de suministrar energía solar para calor para el proceso según la presente invención son tres veces: 1) se mejora el valor calorífico de 20 la materia prima; 2) los productos gaseosos no están contaminados por los subproductos de combustión y 3) se evita el vertido de contaminantes al medio ambiente. Además, la irradiación directa de agentes reaccionantes proporciona un medio muy eficaz de transferencia de calor directamente al sitio de reacción, donde se requiere la energía, derivando las limitaciones impuestas por intercambiadores de 25 calor.

La gasificación con vapor de materiales carbonosos y reacciones relacionadas se ha realizado usando energía solar en recientes estudios exploratorios con carbón y con esquistos bituminosos. Más recientemente, se investigó la gasificación con CO₂ de carbón usando un reactor de lecho fluidizado bajo irradiación directa. Se han 30 propuesto diversos conceptos de reactores solares y se han ensayado con prototipos a pequeña escala.

La gasificación con vapor de coque de petróleo es un proceso complejo pero la conversión química total se puede representar por la reacción neta simplificada:



35 donde x e y son las relaciones molares elementales de H/C y O/C en coque de

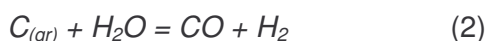
petróleo, respectivamente. El producto químico es gas de síntesis (gas de síntesis) cuya calidad depende de x e y . La Tabla 1 muestra la composición química aproximada, el valor del calor y las relaciones molares elementales para tres tipos diferentes de coque de petróleo: Flexicoque y Coque Retardado de Petrozuata y Amuay. En el análisis a continuación, se asume que se eliminan los compuestos de azufre y otras impurezas contenidas en las materias primas. El contenido en humedad no se justifica tampoco en la Ec. (1), pero se puede ajustar de acuerdo con esto la adición estequiométrica de agua.

Tabla 1: Composición química elemental principal aproximada en % en peso (análisis último), bajo valor de calentamiento en kJ/kg y relaciones molares elementales de H/C y O/C, para tres tipos de coque de petróleo.

tipo de coque de petróleo	Flexicoque	Coque Retardado Petrozuata	Amuay
C	92,70	88,21	88,47
H	0,67	4,14	4,17
O	0,92	1,46	1,42
N	0,90	2,28	1,84
S	1,98	4,16	4,18
<i>LHV</i>	32.983	35.876	35.926
[kJ/kg]			
H/C	0,0859	0,5581	0,5598
[mol/mol]			
O/C	0,0074	0,0124	0,0120
[mol/mol]			

La Ecuación (1) resume la reacción global pero se requiere considerar un grupo de reacciones intermedias competitivas que son esenciales para la gasificación exitosa, es decir:

gasificación con vapor:



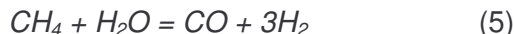
Equilibrio de Boudouard:



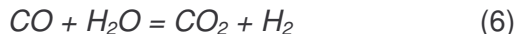
hidrogasificación (metanización):



reformado:



desplazamiento de agua con gas:



- 5 todas las cuales dependen enormemente de la temperatura así como de la presión y la relación carbono/oxígeno y determinar las cantidades relativas de H_2 , H_2O , CO , CO_2 , CH_4 , en la fase gaseosa y $C(gr)$ en la fase sólida. Se usó el código HSC Outokumpu para calcular la composición de equilibrio del sistema $C_xH_yO_z + (1-y)H_2O$ a 1×10^5 Pa (1 bar) y por el intervalo de temperaturas de interés. La Figura 1 muestra los resultados
- 10 para los coques Retardados. Se han omitido las especies cuya fracción molar es menor que 10^{-5} . Por debajo de aproximadamente 700 K, $C(gr)$, CH_4 , CO_2 , H_2O son los componentes termodinámicamente estables. En el intervalo de temperatura de 800-1.100 K, se consumen por una combinación de las reacciones (1) a (6). Cuando la gasificación termina, a alrededor de aproximadamente 1.200 K, el sistema consiste en
- 15 una única fase gaseosa que contiene H_2 y CO en una relación molar igual a $(x/2+1-y)$. A presiones más altas, como se prefiere en aplicaciones industriales, el equilibrio termodinámico de la Ec. (1) se desplaza a la izquierda de tal manera que se libere la presión según el principio de Le Chatelier. Por ejemplo, a 1×10^6 Pa (10 bar), la composición de equilibrio se desplaza de manera que la gasificación termine a por
- 20 encima de 1.500 K. Los resultados para los otros dos tipos de coque de petróleo son comparables a los mostrados en la Fig. 1 y se pueden sacar las mismas conclusiones con respecto a la temperatura.

- La calidad del gas de síntesis producido se describe por las relaciones molares H_2/CO y CO_2/CO . La relación molar H_2/CO se puede ajustar por la reacción de
- 25 desplazamiento de agua con gas para satisfacer los requerimientos para el tratamiento posterior de gas de síntesis para dar hidrógeno, amoníaco, metanol o productos químicos de Fischer-Tropsch. La relación molar CO_2/CO es una medida de la contaminación y se debería mantener preferiblemente tan baja como sea posible. La termodinámica prevé un gas de síntesis sin CO_2 a por encima de 1.300 K. La calidad
- 30 del gas de síntesis es notablemente mayor que la típicamente obtenida cuando se suministra calor por combustión interna de coque de petróleo, además del beneficio adicional de evitar la contaminación por especies no deseadas. El contenido en CO en el gas de síntesis se puede tratar además por la reacción de desplazamiento de agua con gas, exotérmica, para obtener más H_2 y calor para el proceso y se puede separar
- 35 la mezcla H_2/CO_2 resultante.

La alta calidad del gas de síntesis producido que se prevé por la termodinámica (véase la Fig.1) se ha verificado experimentalmente usando un lecho fluidizado de coque de petróleo y vapor directamente expuesto a una fuente externa de radiación térmica concentrada. La Figura 2 muestra la composición de gas producto como una función de la temperatura para los 2 tipos de coque de petróleo enumerados en la Tabla 1, es decir, la Fig. 2a muestra resultados para Flexicoque y la Fig. 2b muestra resultados para coque de Petrozuata. Las temperaturas se midieron por pirometría y por termopares sumergidos en el lecho fluidizado; se midió la composición del gas por cromatografía de gases a la entrada del lecho fluidizado.

Se realizó un análisis de la 2ª Ley (energía libre de Gibbs) para examinar dos rutas técnicamente viables para extraer energía de los productos químicos de la gasificación y establecer una base para compararlos con generación de electricidad por plantas de energía convencionales. Las dos rutas son: 1) se usa el gas de síntesis producido por gasificación con vapor solar de coque de petróleo para alimentar un ciclo de Brayton-Rankine combinado con una eficacia del 55% y 2) se trata además el gas de síntesis producido por gasificación con vapor solar de coque de petróleo para dar H_2 por la reacción gaseosa de desplazamiento de agua seguida por separación de H_2/CO_2 y se usa el H_2 para alimentar una pila de combustible del 65% de eficacia.

El análisis de energía libre de Gibbs indica que ambas rutas pueden doblar la salida eléctrica específica y, por consiguiente, reducir a la mitad las emisiones específicas de CO_2 con respecto a un ciclo Rankine del 35% de eficacia alimentado con coque de petróleo.

En resumen, el coque de petróleo propuesto y el proceso termoquímico híbrido aceite pesado bruto/solar conserva el petróleo y reduce las emisiones. También convierte energía solar intermitente en un combustible químico almacenable y transportable para satisfacer los requerimientos de energía donde y cuando se requiera. Al mismo tiempo, el coque de petróleo se aprovecha de manera solar para un combustible fluido más limpio que se puede usar para generación de electricidad en ciclos combinados muy eficaces o pilas de combustible. Por el contrario a la gasificación usando el calor para el proceso procedente de la combustión interna de coque de petróleo, la gasificación realizada por el sistema solar produce gas de síntesis de alta calidad que no está contaminado por los productos de combustión. El gas de síntesis se puede tratar además para separar corrientes de H_2 y CO_2 ; si se secuestra el último, el proceso propuesto se hace un proceso de descarbonización que convierte el coque de petróleo en hidrógeno sin liberación de CO_2 a la atmósfera.

En la Figura 1 se muestran los siguientes gráficos o diagramas de curvas:

a = H₂O; b = H₂;

c = CO; d = CH₄;

e = CO₂.

5 En la Figura 2 hay tres campos gráficos diferentes:

A = CO₂;

B = CO;

C = H₂.

10 Se debe entender que la invención no está limitada a las ilustraciones descritas y mostradas en la presente memoria, que están destinadas a ser simplemente ilustrativas de los mejores modos de realizar la invención y que son susceptibles de modificación de forma, tamaño, disposición de partes y detalles de operación.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para conversión termoquímica de aceite pesado y coque de petróleo en combustibles fluidos, que comprende las etapas de:
proporcionar un combustible fósil seleccionado del grupo que consiste en
5 aceite pesado, coque de petróleo y mezclas de los mismos y
exponer el combustible fósil a una fuente externa de radiación concentrada en presencia de un oxidante a fin de aumentar la temperatura del combustible fósil a una temperatura de al menos aproximadamente 1.000°C y convertir el combustible fósil en un producto que consiste esencialmente en hidrógeno y monóxido de carbono.
- 10 2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la fuente de radiación externa es energía solar concentrada.
3. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, que comprende además la etapa de convertir el producto final en un producto más refinado seleccionado del grupo que consiste en hidrógeno, combustibles sintéticos y productos
15 químicos y mezclas de los mismos.
4. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el oxidante se selecciona del grupo que consiste en vapor, oxígeno, óxidos metálicos, otros compuestos que contienen oxígeno y mezclas de los mismos.
5. El procedimiento según la reivindicación 4, en el que el oxidante es
20 vapor.
6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa de exposición convierte el combustible fósil sin la necesidad de oxígeno puro como agente reaccionante.
7. El procedimiento según la reivindicación 1 ó 6, en el que la etapa de
25 exposición se realiza usando sólo vapor como oxidante, dando como resultado una mezcla producto de hidrógeno y monóxido de carbono.
8. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la fuente de radiación externa proporciona el calor sensible y latente requerido para llevar los agentes reaccionantes a la temperatura de reacción.
- 30 9. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la fuente de radiación externa se crea por operación híbrida con combustibles fósiles.
10. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el combustible fósil comprende partículas de coque de petróleo y aceite pesado bruto expuesto directamente a la fuente externa de radiación, por el que el combustible fósil sirve
35 simultáneamente como absorbedor radiante y agente reaccionante químico.

11. El procedimiento según 10, que comprende además la etapa de arrastrar las partículas de coque de petróleo y aceite pesado bruto en un flujo de vapor, oxígeno u otro oxidante gaseoso.

5 12. El procedimiento según la reivindicación 11, en el que el flujo sirve simultáneamente como agente reaccionante y como una cortina aerodinámica mantiene una ventana limpia para acceso de radiación al combustible fósil.

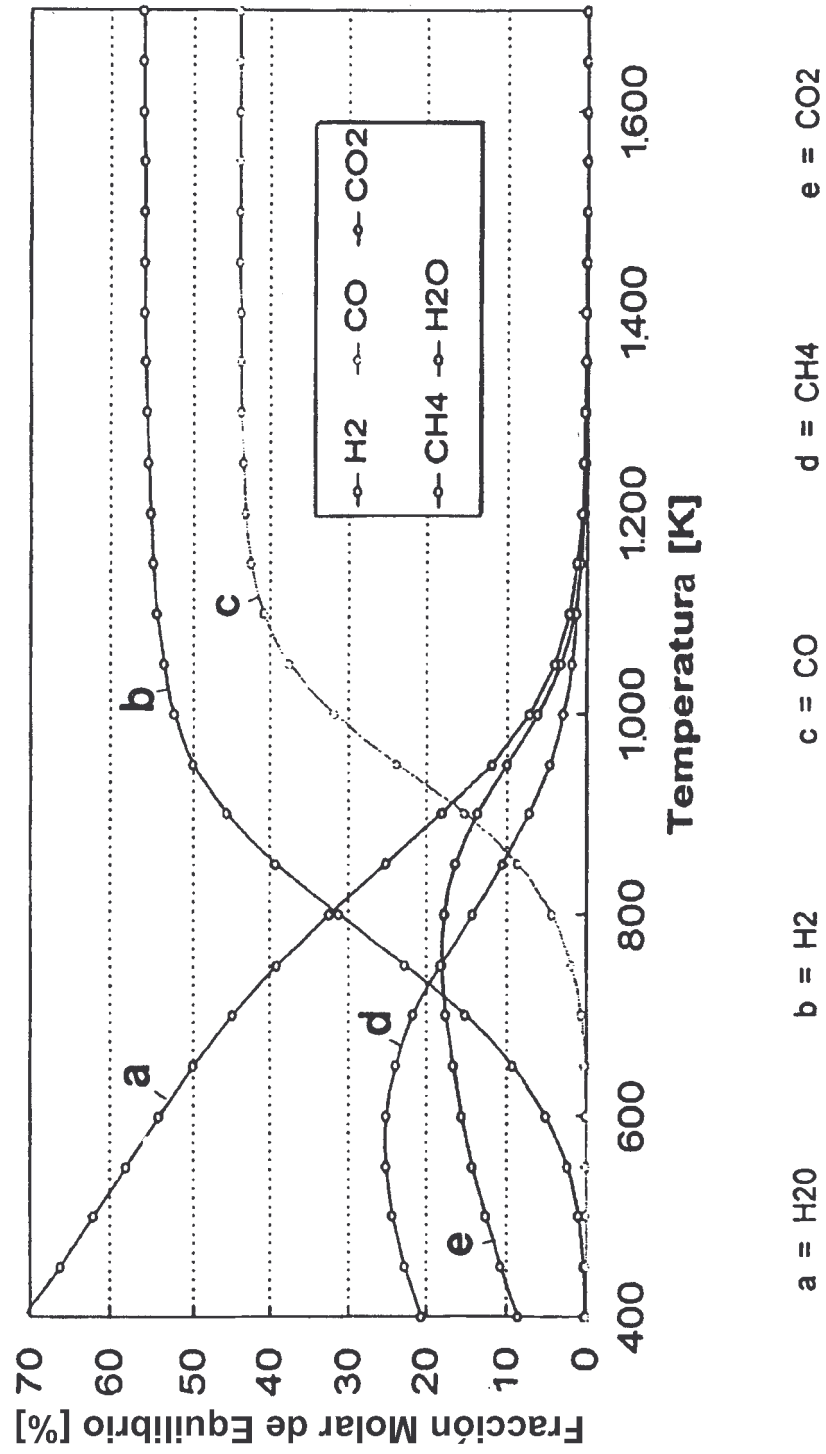


Fig.1

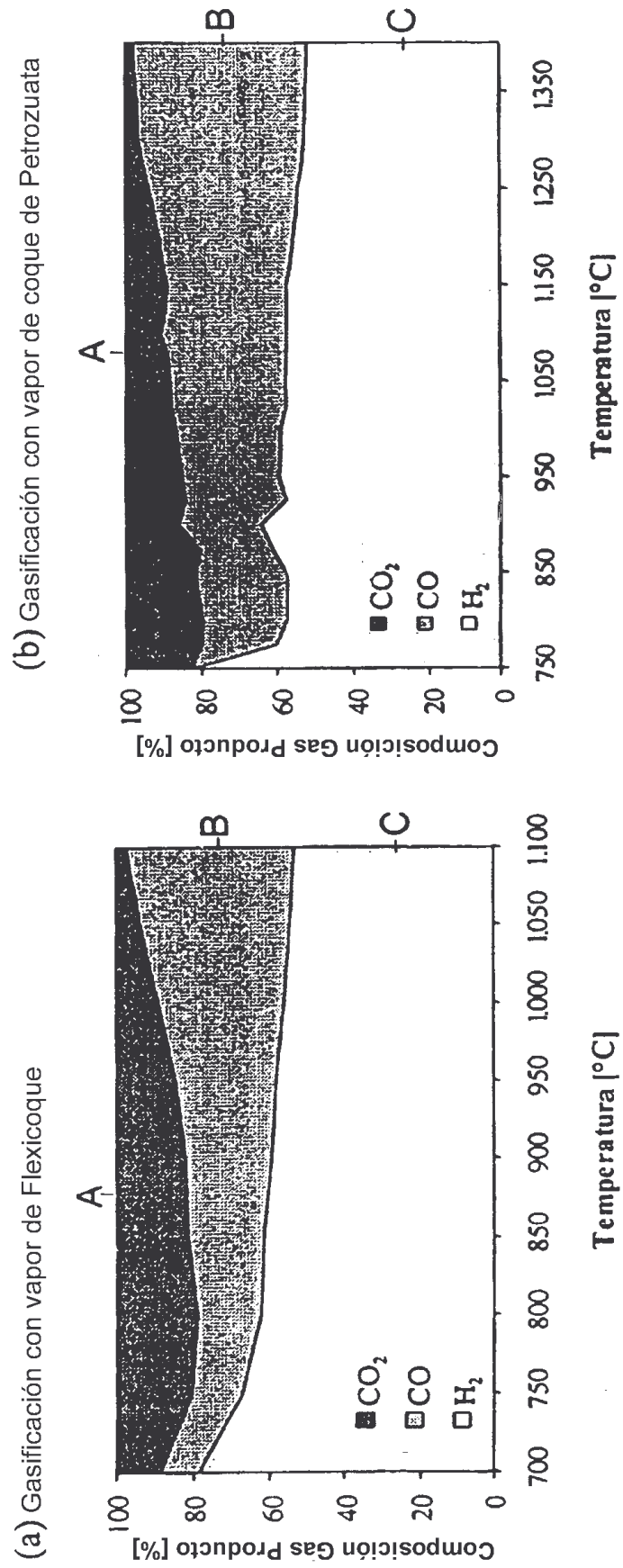


Fig.2