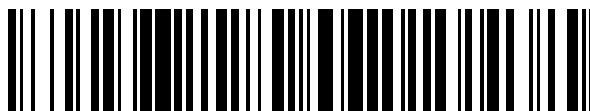


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 809**

51 Int. Cl.:

**C10J 3/84** (2006.01)  
**C10K 3/02** (2006.01)  
**C10G 2/00** (2006.01)  
**B01J 23/34** (2006.01)  
**B01J 23/882** (2006.01)  
**B01J 23/883** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.05.2015** **PCT/EP2015/060664**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.11.2015** **WO15177034**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2015** **E 15721742 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2019** **EP 3146024**

54 Título: **Reducción o eliminación de hidrocarburos oxigenados en el acondicionamiento de gas de síntesis**

30 Prioridad:

**20.05.2014 EP 14169063**

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

**11.03.2020**

73 Titular/es:

**HALDOR TOPSØE A/S (100.0%)**  
**Haldor Topsøes Allé 1**  
**2800 Kgs. Lyngby, DK**

72 Inventor/es:

**HØJLUND NIELSEN, POUL ERIK;**  
**KAARSHOLM, MADS KRISTIAN;**  
**NIELSEN, RASMUS MUNKSGÅRD y**  
**ANDERSSON, KLAS JERKER**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 747 809 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

Reducción o eliminación de hidrocarburos oxigenados en el acondicionamiento de gas de síntesis

La gasificación de biomasa, residuos o carbón produce gas de síntesis, un gas que comprende metano, monóxido de carbono, hidrógeno, agua y dióxido de carbono. El gas de síntesis se puede usar como una fuente de combustible, hidrógeno o monóxido de carbono. La manipulación de los equilibrios de reacción y de las condiciones de reacción influye en la relación de los productos gaseosos, y por lo tanto proporciona el gas preferido (es decir, metano, hidrógeno o monóxido de carbono).

La gasificación se puede llevar a cabo por encima del suelo o subterráneamente. La gasificación de la biomasa, residuos y carbón se puede llevar a cabo usando un lecho móvil, un lecho fluido o un aparato de flujo arrastrado, para llevar a cabo la gasificación por encima del suelo. Las técnicas de gasificación generales se describen en: Gasification por Christopher Higman y Maarten van der Burgt GPP, Elsevier Amsterdam 2008. La gasificación subterránea del carbón se describe en <http://www.ucgassociation.org>.

La gasificación de la biomasa, residuos y carbón se puede llevar a cabo a temperaturas de hasta 1800°C [Higman y Maarten van der Burgt]. Biomass & Bioenergy 24 (2003) p. 125-140 describe que la temperatura de tales procesos de gasificación no afecta solamente a la cantidad de alquitrán formado, sino también a la composición del alquitrán. Se ha observado que en el alquitrán existen compuestos que contienen oxígeno, en particular a medida que se reduce la temperatura del procedimiento de gasificación. Por ejemplo, se observó un incremento en compuestos que contienen oxígeno durante la gasificación de serrín en un gasificador de lecho fijo a menores temperaturas de gasificación, por ejemplo 800°C. En este ejemplo, las especies oxigenadas que se observó que había en cantidades significativas fueron fenol, cresol y benzofurano. Los componentes del alquitrán que contienen oxígeno (especies oxigenadas, compuestos oxigenados) pueden ser alcoholes, aldehídos, éteres, ésteres, cetonas y ácidos orgánicos.

La gasificación de biomasa, residuos y carbón se lleva a cabo en presencia de oxígeno para formar productos de gas de síntesis tales como una composición gaseosa de metano, hidrógeno y monóxido de carbono. En comparación con esto existe la pirólisis de la biomasa para formar aceite de pirólisis, que se lleva a cabo en ausencia de aire (documento WO2012/166402A2) y produce una composición líquida de productos tales como ácidos carboxílicos, fenoles, cresoles, alcoholes y aldehídos. Debido a los diferentes procedimientos y a los productos y composiciones formados, la composición del producto de gasificación que comprende especies oxigenadas es gaseosa, y el producto vaporoso condensado de la pirólisis, que comprende especies oxigenadas, es un líquido.

El documento WO2010/025241 describe procedimientos y sistemas de reactor para la conversión de hidrocarburos oxigenados en parafinas útiles como combustibles líquidos. El procedimiento implica la conversión de hidrocarburos oxigenados solubles en agua en oxigenados, tales como alcoholes, furanos, cetonas, aldehídos, ácidos carboxílicos, dioles, trioles y/u otros polioles, seguido de la conversión subsiguiente de los oxigenados en parafinas mediante deshidratación y alquilación. Los hidrocarburos oxigenados se pueden originar a partir de cualquier fuente, pero derivan preferiblemente de la biomasa.

Las especies oxigenadas tienen mayores puntos de ebullición en comparación con sus hidrocarburos aromáticos y alifáticos correspondientes. El mayor punto de ebullición puede ser la causa para la condensación en el equipo aguas abajo; esto influye la fase de las impurezas, es decir, impurezas de fase sólida o líquida en vez de fase gaseosa. Adicionalmente, las especies oxigenadas son solubles en agua, y se eliminan del producto, gas de síntesis, a través de etapas del procedimiento de lavado. Por lo tanto, los procedimientos de gas de síntesis existentes requieren una etapa de tratamiento del agua residual subsiguiente para eliminar las especies oxigenadas presentes en el agua residual procedente de las etapas del procedimiento de lavado. En el documento US 7.618.558 B2 se encuentran ejemplos de etapas de lavado.

A fin de obtener gas de síntesis con menores especies oxigenadas (impurezas) cuando la gasificación de la biomasa, residuos o carbón se lleva a cabo a temperaturas bajas, es decir, hasta 1000°C, existe la necesidad de un procedimiento para reducir la cantidad de especies oxigenadas presentes en el gas de síntesis. Adicionalmente, es deseable la reducción de las etapas del procedimiento, tal como el tratamiento del agua residual.

Se ha descubierto que las especies oxigenadas se pueden convertir en hidrocarburos alifáticos o aromáticos en presencia de un catalizador que comprende Co y Mo, Ni y Mo, o Mn y Mo. La conversión de las especies oxigenadas en hidrocarburos proporciona impurezas con un punto de ebullición comparativamente bajo y que son insolubles en agua, reduciendo consiguientemente la cantidad de alquitrán y el requisito del tratamiento del agua residual. La presente invención proporciona un procedimiento más eficiente y consolidado para acondicionar gas de síntesis obtenible a partir de la gasificación de carbón, residuos o biomasa.

La eficiencia del procedimiento de la presente invención (y por lo tanto, la ventaja) se puede demostrar mediante la ausencia de etapas independientes del procedimiento para la adición de un compuesto azufrado requerido para activar el catalizador, y la adición de hidrógeno para convertir los compuestos oxigenados en hidrocarburos. Tanto los compuestos de azufre como el hidrógeno están presentes en el producto de la gasificación (gas de síntesis), y por lo tanto no es necesario añadirlos al procedimiento de la presente invención. Por lo tanto, no es necesario que

se añadan al procedimiento de la presente invención dos etapas del procedimiento, es decir, la activación del catalizador con la adición de un compuesto de azufre a la composición que comprende especies oxigenadas, y la adición de hidrógeno al reactor.

La invención proporciona un procedimiento para la conversión de una o más especies oxigenadas (compuestos oxigenados) seleccionadas de uno o más del grupo que consiste en aldehídos, cetonas, éteres, ésteres, alcoholes y ácidos orgánicos presentes en el gas de síntesis, obtenible mediante gasificación de biomasa, residuos o carbón, a uno o más compuestos hidrocarbonados, en el que los compuestos oxigenados se ponen en contacto con (se contactan con) un catalizador que comprende una combinación de metales seleccionados del grupo que consiste en Co y Mo, Ni y Mo o Mn y Mo. El Mo, Ni y Mn pueden estar opcionalmente en forma de un óxido. El catalizador que comprende Co y Mo, Ni y Mo, o Mn y Mo, comprende además un soporte seleccionado del grupo que consiste en espinela de  $Mg-Al_2O_4$ , óxido de aluminio, óxido de titanio u óxido de circonio. Los ejemplos de tales catalizadores incluyen el catalizador de desplazamiento tolerante a azufre de HaldorTopsoe A/S, que comprende Co y Mo sobre un soporte de  $Mg-Al_2O_4$ . El catalizador de desplazamiento tolerante a azufre de HaldorTopsoe A/S también se denomina un catalizador SSK-10. Un catalizador alternativo comprende 2% en peso o menos de Mn y 7% en peso o menos de Mo sobre un soporte de  $Mg-Al_2O_4$ ; es decir, el catalizador comprende 2% en peso o menos de Mn, 7% en peso o menos de Mo, y  $Mg-Al_2O_4$ . Los catalizadores se pueden preparar según: Catalyst Manufacture, Segunda Edición, Alvin B. Stiles, CRC Press, 1995.

Los catalizadores pueden estar presentes en forma de pelete o de monolito. El procedimiento de la presente invención es adecuado por lo tanto para uso en un entorno pulverulento o libre de polvo. La preparación de formas de pelete y de monolitos de los catalizadores es conocida por la persona experta en la técnica; en Catalyst Manufacture, Segunda Edición, Alvin B. Stiles, CRC Press, 1995, se pueden encontrar formas y procedimientos ejemplares de preparación.

Los compuestos oxigenados son obtenibles mediante gasificación de biomasa, residuos o carbón. El procedimiento de gasificación se puede llevar a cabo por encima del suelo o subterráneamente. La gasificación por encima del suelo de la biomasa, residuos y carbón se puede llevar a cabo usando un aparato seleccionado del grupo que consiste en un reactor de lecho móvil (reactor de tipo Lurgi), aparato de lecho fluido, o un gasificador de biomasa, incluyendo, por ejemplo, una unidad de pirólisis como se describe en Gasification por Christopher Higman y Maarten van der Burgt GPP, Elsevier Amsterdam 2008, y "Biomass Gasification", capítulo 4, en "Alternative Energy in Agriculture" Vol. II, Ed. D. Yogi Goswami CRC Press 1986 p. 83-102.

La gasificación subterránea del carbón se lleva a cabo según <http://www.ucgassociation.org/>.

La temperatura de la gasificación de la biomasa, residuos o carbón es 100°C o menos. La temperatura de la gasificación de la biomasa, residuos o carbón puede ser 900°C o menos, 800°C o menos, menor que 800°C, 750°C o menos, menor que 750°C, 700°C o menos, menor que 700°C.

Tras la gasificación del carbón, residuos o biomasa, la corriente gaseosa de producto (gas de síntesis) se enfría opcionalmente hasta 700°C o menos, y se pone en contacto con un catalizador que comprende Co y Mo, Ni y Mo, o Mn y Mo; por lo tanto, los compuestos oxigenados están presentes en la corriente gaseosa del producto de la gasificación de biomasa, residuos o carbón, es decir, las especies oxigenadas están presentes en la corriente gaseosa de producto (gas de síntesis). La corriente gaseosa de producto tiene una temperatura de alrededor de 300°C o mayor, entre 250°C y 700°C, entre 250°C y 650°C, entre 250°C y 600°C, entre 350°C y 550°C, entre 350°C y 450°C, entre 350 y 400°C. La corriente gaseosa de producto tiene una presión de entre 1 barg y 100 barg, entre 2 barg y 100 barg, hasta 100 barg, hasta 25 barg, hasta 20 barg. Gasification por Christopher Higman y Maarten van der Burgt GPP, Elsevier Amsterdam 2008. Barg significa sobrepresión en bares.

Los compuestos oxigenados comprenden compuestos seleccionados del grupo que consiste en aldehídos, cetonas, éteres, ésteres, alcoholes, y ácidos orgánicos, que comprenden oxígeno. Los ejemplos de tales especies oxigenadas comprenden iso-propanol, fenol, p-cresol, cumarano, metil etil cetona.

Los compuestos hidrocarbonados incluyen compuestos alifáticos y aromáticos. Los ejemplos de tales compuestos incluyen metano, eteno, etano, propeno, propano, benceno y tolueno.

Se describe un catalizador que comprende 2% en peso o menos de Mn, 7% en peso o menos de Mo, y  $Mg-Al_2O_4$ , para la conversión de compuestos oxigenados en compuestos hidrocarbonados, y un procedimiento para preparar dicho catalizador.

El procedimiento de la presente invención reduce el contenido de especies oxigenadas en la corriente gaseosa de producto (gas de síntesis) obtenible mediante la gasificación de biomasa, residuos o carbón; consiguientemente, la presente invención es adecuada para la reducción de especies oxigenadas presentes en gas de síntesis obtenible mediante gasificación de biomasa, residuos o carbón. El procedimiento para reducir las especies oxigenadas presentes en el gas de síntesis también se puede denominar acondicionamiento.

El procedimiento de la presente invención reduce el contenido de especies oxigenadas presentes en gas de síntesis obtenible mediante gasificación de biomasa, residuos o carbón; consiguientemente, como tales especies oxigenadas

son un componente del alquitrán formado durante el procedimiento de gasificación, la presente invención es adecuada para la reducción de especies oxigenadas, y por lo tanto para la reducción de alquitrán, formados durante el procedimiento para preparar gas de síntesis obtenible mediante la gasificación de carbón, residuos o biomasa.

#### Ejemplo 1:

- 5 Conversión de especies oxigenadas en hidrocarburos usando un catalizador que comprende Co y Mo sobre un soporte de  $\text{Mg-Al}_2\text{O}_4$ .

#### Ejemplo 1.a.: Pretratamiento del catalizador:

- 10 Se cargan 20 g de SSK-10 (catalizador que comprende Co y Mo soportados sobre  $\text{Mg-Al}_2\text{O}_4$ ) en un reactor de tubo de 15 mm ID, que se calienta con cinco calentadores eléctricos. El catalizador se azufra en gas de síntesis que contiene 0,7% de  $\text{H}_2\text{S}$ , primero a 150°C y después a 330°C. El catalizador se validó mediante un ensayo de actividad de desplazamiento con una alimentación que contiene 28,6% de CO, 22,0% de  $\text{H}_2$ , 0,5% de  $\text{H}_2\text{S}$  y 48,9% de  $\text{H}_2\text{O}$ , con una GHSV de  $3500\text{h}^{-1}$ , 40 barg a 260°C, que da como resultado un enfoque al equilibrio a 20°C con el reactor funcionando en reacciones isotermas.

#### Ejemplo 1.b.: Conversión de especies oxigenadas en hidrocarburos:

- 15 Se obtuvo un gas de alimentación mezclando dos corrientes gaseosas que comprenden  $\text{CO/CO}_2/\text{H}_2/\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2/\text{H}_2\text{S}$ . Una vez mezcladas, el gas de alimentación se hizo pasar a través de un precalentador a 300°C. El gas de alimentación se mezcló entonces con una alimentación de agua que se había calentado previamente hasta la misma temperatura. Se inyectó una corriente oxigenada, que comprende las especies oxigenadas enumeradas en la Tabla 2, en la corriente gaseosa de alimentación. La composición final del gas de alimentación se da en las Tablas 1 y 2.
- 20 La corriente gaseosa se hizo pasar entonces sobre el catalizador descrito en el Ejemplo 1.a., en las condiciones del procedimiento dadas en las Tablas 3 y 4.

- 25 Tras hacer pasar la composición de gas de alimentación sobre el catalizador del Ejemplo 1.a., la presión del gas de salida se redujo hasta alrededor de 1 barg y se enfrió hasta alrededor de 30°C; consiguientemente, cualquier agua se condensó y se eliminó. Las fracciones líquida y gaseosa se dividieron entonces en dos corrientes de salida: una corriente líquida y una corriente gaseosa. Las corrientes de salida gaseosa y líquida se analizan por separado.

- La corriente gaseosa se analizó en línea mediante FID en un GC de Agilent, y las muestras de las corrientes líquida y gaseosa se midieron en un GC-MS(EI) en el modo SCAN: intervalo de iones 29-320 m/z, inyección de división, división 10:1 (líquido) o 20:1 (gas) con temperatura de inyección 275°C, volumen de inyección 0,2  $\mu\text{m}$  (líquido) o 1  $\mu\text{m}$  (gas), configuración de la columna: HP-INNOWax 60 m x 250  $\mu\text{m}$  x 0,50  $\mu\text{m}$ .

- 30 Se ensayaron dos composiciones de gas de alimentación (gas de síntesis) (alimentación 1 y 2). La GHSV para la alimentación 1 fue  $2685\text{h}^{-1}$ , y  $3000\text{h}^{-1}$  para la alimentación 2.

Tabla 1: Composición de la alimentación de gas de síntesis en % ( $\text{H}_2\text{S}$  en ppm):

| Alimentación | CO   | $\text{H}_2$ | $\text{CO}_2$ | $\text{H}_2\text{O}$ | $\text{H}_2\text{S}$ (ppm) | $\text{CH}_4$ | $\text{N}_2$ | Especies oxigenadas totales [A+B+C+D+E] |
|--------------|------|--------------|---------------|----------------------|----------------------------|---------------|--------------|-----------------------------------------|
| 1            | 10,8 | 17,20        | 15,5          | 24,7                 | 81                         | 4,1           | 26,9         | 0,790                                   |
| 2            | 17,1 | 9,82         | 9,8           | 26,5                 | 47                         | 5,0           | 31,0         | 0,705                                   |

Tabla 2: Composición de las especies oxigenadas totales en los dos gases de alimentación (alimentación en %):

| Alimentación | Isopropanol<br>[A] | Fenol<br>[B] | p-cresol<br>[C] | Cumarano<br>[D] | Metil Etil Cetona<br>[E] | Especies oxigenadas totales<br>[A+B+C+D+ E] |
|--------------|--------------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------------------------------------|
| 1            | 0,518              | 0,131        | 0,126           | 0,012           | 0,003                    | 0,790                                       |
| 2            | 0,463              | 0,117        | 0,113           | 0,010           | 0,002                    | 0,705                                       |

35

Tabla 3: Alimentación 1 (composición de gas de salida seco que excluye  $\text{H}_2$ , CO,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2$ ) en condiciones variadas del procedimiento:

| Ej | Temp.<br>(°C) | P (bar g) | $\text{C}_2\text{H}_4$ | $\text{C}_2\text{H}_6$ | $\text{C}_3\text{H}_6$ | $\text{C}_3\text{H}_8$ | Benceno | Tolueno | Conversión de oxigenado<br>(%) |
|----|---------------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------|---------|--------------------------------|
|----|---------------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------|---------|--------------------------------|

| Ej             | Temp. (°C) | P (bar g) | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | Benceno | Tolueno | Conversión de oxigenado (%) |
|----------------|------------|-----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------|---------|-----------------------------|
| 1 <sup>1</sup> | 350        | 3         | 0,0006                        | 0,0000                        | 0,2307                        | 0,1008                        | 0,0137  | 0,0592  | 40                          |
| 2 <sup>2</sup> | 350        | 20        | 0,0000                        | 0,0041                        | 0,0000                        | 0,4398                        | 0,0227  | 0,0816  | 57                          |
| 3              | 450        | 10        | 0,0020                        | 0,0141                        | 0,1596                        | 0,3865                        | 0,1056  | 0,1200  | 75                          |
| 4 <sup>3</sup> | 450        | 20        | 0,0000                        | 0,0206                        | 0,0000                        | 0,5617                        | 0,1244  | 0,1291  | 81                          |

Tabla 4: Alimentación 2 (composición de gas de salida seco que excluye H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>) en condiciones variadas del procedimiento:

| Ej              | Temp (°C) | P (bar g) | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | Benceno | Tolueno | Conversión de oxigenado (%) |
|-----------------|-----------|-----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------|---------|-----------------------------|
| 5               | 450       | 20        | 0,0005                        | 0,0186                        | 0,0403                        | 0,4747                        | 0,1200  | 0,1250  | 88                          |
| 6               | 450       | 10        | 0,0037                        | 0,0100                        | 0,2569                        | 0,2281                        | 0,0904  | 0,1102  | 79                          |
| 7               | 450       | 5         | 0,0047                        | 0,0023                        | 0,3483                        | 0,0518                        | 0,0578  | 0,0833  | 61                          |
| 8               | 450       | 3         | 0,0030                        | 0,0010                        | 0,3083                        | 0,0324                        | 0,0353  | 0,0530  | 48                          |
| 9               | 450       | 20        | 0,0024                        | 0,0250                        | 0,1275                        | 0,4050                        | 0,1035  | 0,1104  | 86                          |
| 10 <sup>1</sup> | 550       | 20        | 0,0118                        | 0,0367                        | 0,2094                        | 0,3375                        | 0,1733  | 0,0894  | 92                          |
| 11              | 550       | 10        | 0,0081                        | 0,0069                        | 0,4197                        | 0,0724                        | 0,0847  | 0,0430  | 69                          |
| 12              | 550       | 5         | 0,0061                        | 0,0039                        | 0,5792                        | 0,0323                        | 0,0597  | 0,0318  | 78                          |
| 13              | 550       | 2.5       | 0,0041                        | 0,0021                        | 0,6093                        | 0,0000                        | 0,0344  | 0,0168  | 73                          |
| 14              | 550       | 20        | 0,0094                        | 0,0271                        | 0,3069                        | 0,3318                        | 0,1274  | 0,1050  | ~100                        |

- 5 Tanto la Tabla 3 como la 4 ilustran que la conversión de las especies oxigenadas en especies hidrocarbonadas aumenta al aumentar la temperatura y la presión.

Tanto la Tabla 3 como la 4 también ilustran que la reducción de las especies oxigenadas con hidrógeno aumenta al aumentar la temperatura y la presión. Por ejemplo, el iso-propanol se convierte en propeno y subsiguientemente en propano. El fenol y p-cresol se convierten en benceno y tolueno respectivamente; también se observa en cierto grado la hidrogenación del anillo bencénico a presión elevada.

10

### Ejemplo 2

Conversión de especies oxigenadas en hidrocarburos usando un catalizador que comprende Mn y Mo sobre un soporte de Mg-Al<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.

#### Ejemplo 2.a.: Pretratamiento del catalizador:

- 15 Se cargan 20 g de un catalizador que comprende Mn y Mo sobre espinela de Mg-Al<sub>2</sub>O<sub>4</sub> en un reactor de tubo de 10,7 mm ID, que se calienta mediante cinco calentadores eléctricos. El catalizador se azufra en gas de síntesis que contiene 0,7% de H<sub>2</sub>S, en primer lugar a 150°C y después a 330°C.

#### Ejemplo 2.b.: Conversión de especies oxigenadas en hidrocarburos:

- 20 La conversión de las especies oxigenadas en hidrocarburos se repitió como en el Ejemplo 1.b., con la excepción de que se usó el catalizador de 2.a. La composición final del gas de alimentación se da en las Tablas 5 y 6, y las condiciones del procedimiento de la reacción se dan en la Tabla 7. La GHSV para la alimentación 3 fue 2715 h<sup>-1</sup>.

Tabla 5: Composición de alimentación de gas de síntesis en % (H<sub>2</sub>S en ppm):

| Alimentación | CO | H <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> O | H <sub>2</sub> S (ppm) | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> | Especies oxigenadas totales [A+B+C+D+E] |
|--------------|----|----------------|-----------------|------------------|------------------------|-----------------|----------------|-----------------------------------------|
|--------------|----|----------------|-----------------|------------------|------------------------|-----------------|----------------|-----------------------------------------|

| Alimentación | CO  | H <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> O | H <sub>2</sub> S (ppm) | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> | Especies oxigenadas totales [A+B+C+D+E] |
|--------------|-----|----------------|-----------------|------------------|------------------------|-----------------|----------------|-----------------------------------------|
| 3            | 9,3 | 6,13           | 12,9            | 24,7             | 61                     | 3,1             | 43,0           | 0,904                                   |

Tabla 6: Composición de las especies oxigenadas totales en el gas de alimentación 3 (alimentación en %):

| Alimentación | Isopropanol<br>[A] | Fenol<br>[B] | p-cresol<br>[C] | Cumarano<br>[D] | Metil Etil Cetona<br>[E] | Especies oxigenadas totales<br>[A+B+C+D+ E] |
|--------------|--------------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------------------------------------|
| 3            | 0,630              | 0,132        | 0,128           | 0,012           | 0,003                    | 0,904                                       |

5

Tabla 7: Alimentación 3 (composición de gas de salida seco que excluye H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>, y C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>):

| Ej | Temp. (°C) | P (bar g) | Benceno | Tolueno | Conversión de oxigenado [B+C] (%) |
|----|------------|-----------|---------|---------|-----------------------------------|
| 1  | 600        | 2         | 0,2442  | 0,0428  | 89                                |

La alimentación 3 ilustra que la reducción de las especies oxigenadas tiene lugar en las condiciones del procedimiento proporcionadas en 2.b., usando el catalizador de 2.a. El fenol y p-cresol se convierten en benceno y tolueno; también parece que tiene lugar cierta desalquilación del tolueno a benceno.

10

# REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la conversión de compuestos oxigenados seleccionados de uno o más del grupo que consiste en aldehídos, cetonas, éteres, ésteres, alcoholes y ácidos orgánicos presentes en gas de síntesis, obtenible mediante gasificación de biomasa, residuos o carbón, en uno o más compuestos hidrocarbonados, en el que los compuestos oxigenados se ponen en contacto con un catalizador que comprende metales seleccionados del grupo que consiste en Co y Mo, Ni y Mo, y Mn y Mo.
2. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que el catalizador comprende un soporte seleccionado de uno o más del grupo que consiste en espinela de Mg-Al<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, óxido de aluminio, óxido de titanio y óxido de circonio.
3. Un procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2, en el que el catalizador comprende 2% en peso o menos de Mn, 7% en peso o menos de Mo, y Mg-Al<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.
4. Un procedimiento según las reivindicaciones 1 a 3, en el que el catalizador puede estar presente en forma de pelete o de monolito.
5. Un procedimiento según las reivindicaciones 1 a 4, en el que los compuestos oxigenados son obtenibles mediante gasificación subterránea de carbón.
6. Un procedimiento según las reivindicaciones 1 a 4, en el que el aparato para uso en la gasificación según las reivindicaciones 5 y 6 es un gasificador, y el gasificador se selecciona del grupo que consiste en un gasificador de lecho móvil, un gasificador de lecho fluido, un gasificador de biomasa, o una unidad de pirólisis.
7. Un procedimiento según las reivindicaciones 1 a 6, en el que la temperatura de la gasificación de biomasa, residuos o carbón es 1000°C o menos.
8. Un procedimiento según las reivindicaciones 1 a 6, en el que la temperatura de la gasificación de biomasa, residuos o carbón es 800°C o menos.
9. Un procedimiento según las reivindicaciones 1 a 8, en el que la temperatura del procedimiento para la conversión de uno o más compuestos oxigenados en uno o más compuestos hidrocarbonados es 300°C o mayor.
10. Uso de un procedimiento según las reivindicaciones 1 a 9, para la reducción de la formación de alquitrán para el procedimiento de preparación de gas de síntesis a partir de carbón, residuos o biomasa.